



**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

# **ZAVRŠNI RAD**

**Toni Musinov**

**Split, 2018.**



**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I**  
**GEODEZIJE**

# **Statički proračun stambene zgrade**

**Split, 2018.**

# **Statički proračun stambene zgrade**

## **Sažetak:**

U radu je prikazan statički proračun stambene zgrade. Stambena zgrada sastoji se od prizemlja, dvije etaže i ravnog krova. Nosiva konstrukcija građevine izvedena je od armiranog betona. Projekt sadrži: tehnički opis, proračun nosivih konstrukcijskih elemenata, karakteristične građevinske nacрте i armaturne planove.

## **Ključne riječi:**

Stambena zgrada, Statički proračun

# **Static calculation of apartment building**

## **Abstract:**

The static design of apartment building is presented in this work. The apartment building consist of two stories, ground floor and flat roof. Structure of building is made od reinforced concrete. The work include tehcnical description of the structure, calcuation of the main structural elemenets as well as characteristic structural plans and reinforcement plans.

## **Keywords:**

Apartment building, Static calculation

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

Split, Matice hrvatske 15

**STUDIJ: PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ**  
**GRAĐEVINARSTVA**

**KANDIDAT: Toni Musinov**

**BROJ INDEKSA: 4226**

**KATEDRA: Katedra za teoriju konstrukcija**

**PREDMET: Građevna statika 1**

**ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

Tema:

Statički proračun stambene zgrade

Opis zadatka:

Na temelju zadane tlocrtne podloge, potrebno je izraditi 3-D proračunski model građevine u programu "SciaEngineer". Na temelju dobivenih rezultata proračunavaju se određeni nosivi elementi zgrade, te za proračunate elemente potrebno je napraviti armaturne planove.

Izrađeni projekt mora sadržavati:

- tehnički opis
- proračun
- građevne nacрте

Voditelj Završnog rada: Prof. dr. sc. Boris Trogrlić

Neposredni voditelj završnog rada: Doc. dr. sc. Ivan Balić

U Splitu, rujan 2018.

# SADRŽAJ

1. TEHNIČKI OPIS .....	3
1.1 Opis i konstrukcijski sustav građevine .....	3
1.2 Geotehnički izvještaj.....	3
2. 3-D PRORAČUNSKI MODEL GRAĐEVINE .....	4
3. ANALIZA OPTEREĆENJA.....	5
3.1 Vlastita težina elemenata konstrukcije (G0).....	5
3.2 Etaže-ploče.....	5
3.2.1 Stalno djelovanje (G1).....	5
3.2.2 Promjenjivo djelovanje (Q).....	7
3.3 Krov.....	8
3.3.1 Stalno djelovanje (G1) .....	8
3.3.2 Promjenjivo djelovanje (Q).....	9
3.4 Stubište.....	10
3.4.1 Stalno djelovanje (G1).....	10
3.4.2 Promjenjivo djelovanje (Q).....	10
4. KOMBINACIJE DJELOVANJA .....	11
5. PRORAČUN MEĐUKATNE PLOČE .....	12
5.1 Rezultati proračuna .....	14
5.1.1 Dimenzioniranje ploče na moment savijanja .....	18
5.1.2 Kontrola progiba međukatne ploče .....	19
6. PRORAČUN KROVNE PLOČE .....	20
6.1 Prikaz rezultata.....	20
6.1.1 Dimenzioniranje na moment savijanja.....	24
6.2 Kontrola progiba i pukotina krovne ploče.....	25
6.2.1 Kontrola progiba .....	25
6.2.2 Kontrola pukotina.....	26
7. PRORAČUN GREDA .....	29
7.1 Međukatna greda .....	30
7.1.1 Prikaz rezultata proračuna .....	30
7.1.2 Dimenzioniranje ploče na moment savijanja. ....	31
7.1.3 Dimenzioniranje na poprečnu silu.....	32
7.1.4 Kontrola progiba .....	34
7.2 Krovna greda .....	35
7.2.1 Prikaz rezultata proračuna .....	35
7.2.2 Kontrola progiba .....	37
7.2.3 Kontrola pukotina.....	38
8. PRORAČUN STUPOVA.....	40

9. PRORAČUN TEMELJA .....	42
10. GRAFIČKI PRILOZI.....	43
11. LITERATURA.....	44

# 1. TEHNIČKI OPIS

## 1.1 Opis i konstrukcijski sustav građevine

Predmet ovog projekta su proračun međukatnih i krovnih konstrukcija jedne armiranobetonske građevine.

Predmetna građevina sastoji se od prizemlja i 3 kata, a namjena građevine je stambena. Završna ploča kata je ujedno i ravni krov građevine.

Arhitektonski nacrti zgrade priloženi su u grafičkim prilogima.

Sve međukatne konstrukcije su AB ploče debljine  $d = 16.0$  cm.

Za vertikalnu komunikaciju između katova predviđeno je armiranobetonsko stepenište debljine nosive ploče  $d = 16.0$  cm

Vertikalna nosiva konstrukcija građevine su vanjski i unutarnji zidovi debljine 20 cm. Temeljenje je izvedeno na trakastim temeljima od armiranog betona ispod nosivih zidova i stupova širine 60 cm.

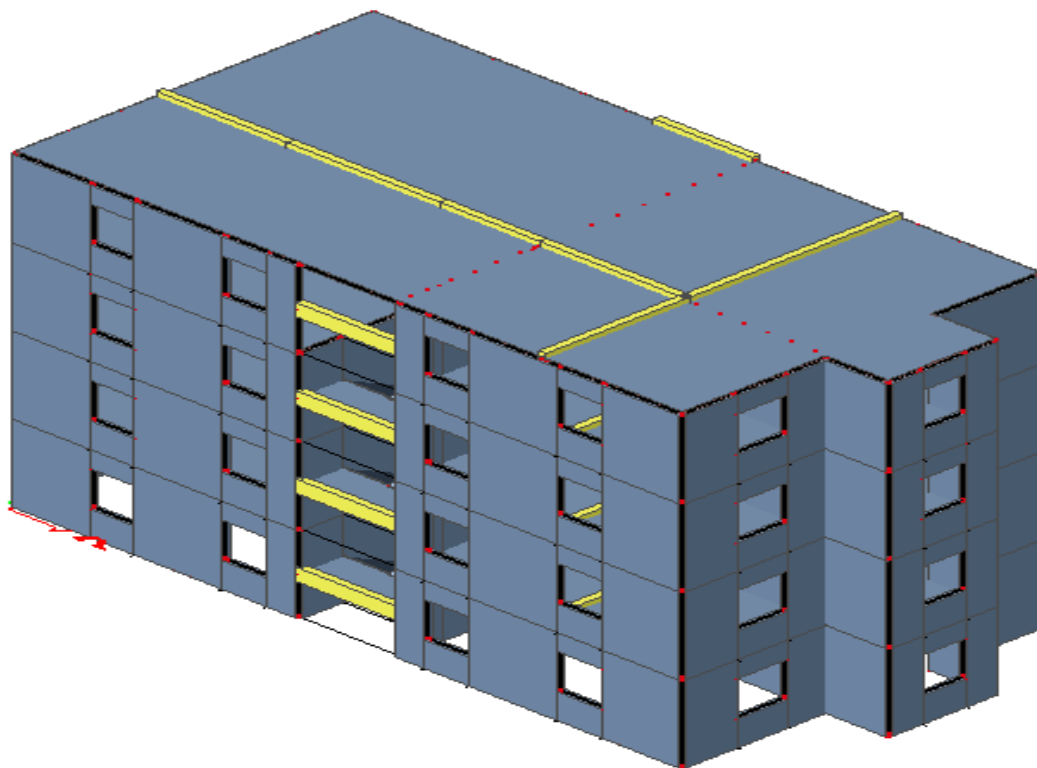
Za sve betonske radove predviđen je beton klase C 25/30, te armatura B 500.

Za predmetnu građevinu su izvršeni geotehnički istražni radovi. Na osnovi tih istraživanja određeno je dozvoljeno naprezanje u tlu, koje na dubini temeljenja se iznosi  $\sigma_{dop} = 0.44$  MPa.

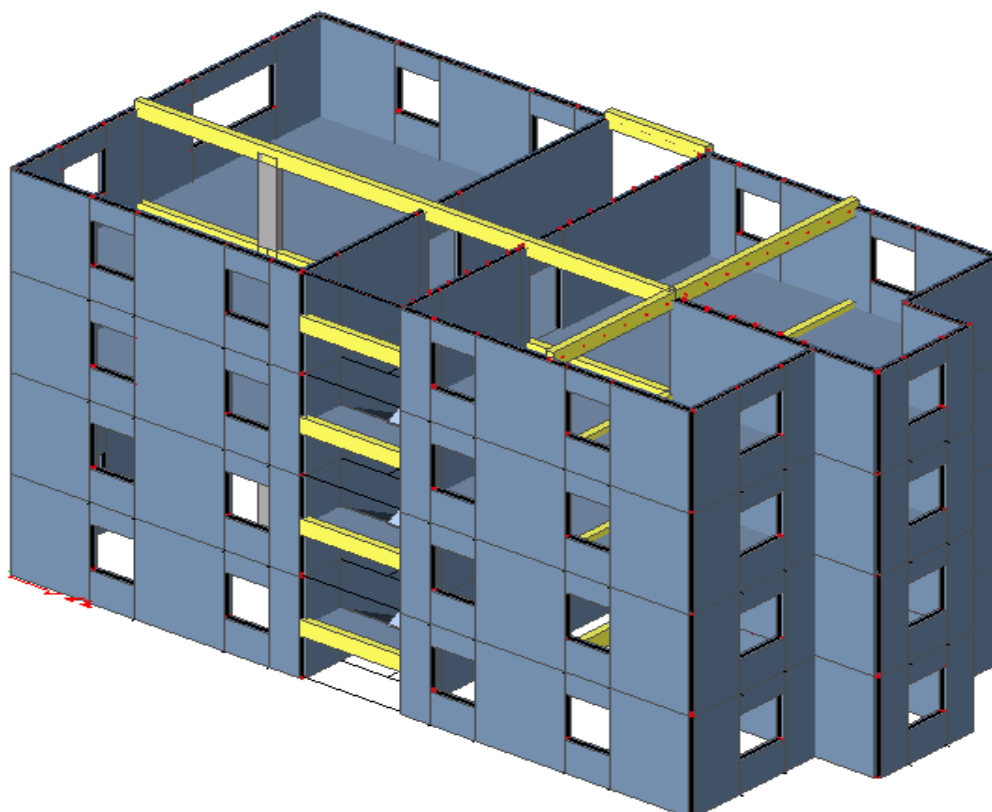
Prema važećim propisima za proračun utjecaja vjetra na građevinu, građevina se gradi se u III vjetrovnoj zoni.

## 2. 3-D PRORAČUNSKI MODEL GRAĐEVINE

Na slikama je prikazan proračunski model armirano betonske konstrukcije.



*Slika 2.1 Proračunski model ab konstrukcije – pogled 1*



*Slika 2.2 Proračunski model ab konstrukcije – pogled 2*



### 3. ANALIZA OPTEREĆENJA

#### Podaci o osnovnim djelovanjima

Osnovna opterećenja, na čiji utjecaj se dokazuje mehanička otpornost i stabilnost predmetne građevine, podijeljena su:

Oznaka osnovnog djelovanja	Opis djelovanja
<b>G0</b>	Stalno djelovanje - vlastita težina elemenata nosive konstrukcije.
<b>G1</b>	Stalno djelovanje - ostalo stalno djelovanje: pokrov, obloga (podovi, žbuke), stalna oprema itd., zidni paneli.
<b>Qi</b>	Promjenjivo - uporabno djelovanje: uporabno opterećenje, pokretna oprema.
<b>W</b>	Vjetar.
<b>S</b>	Snijeg.

Tablica 3.1 Podaci o osnovnim djelovanjima

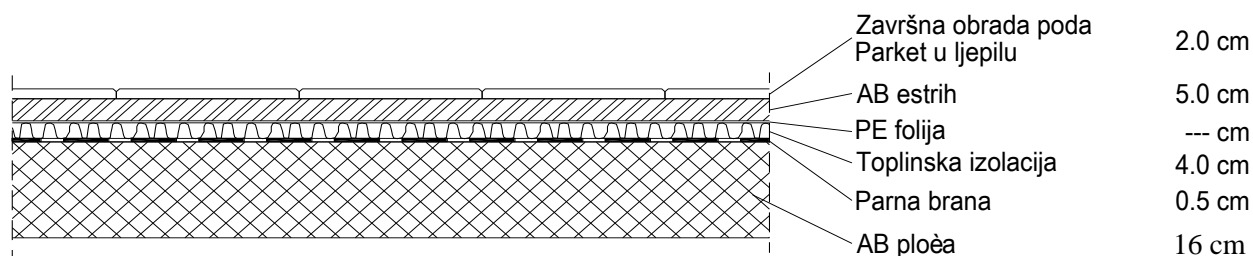
#### 3.1 Vlastita težina elemenata konstrukcije (G0)

Stalno opterećenje uključeno je u proračun prema slijedećem:

- Specifična težina armiranog betona iznosi  $g=25.0 \text{ kN/m}^3$ .
- Stalno opterećenje od vlastite težine elemenata armirano betonske konstrukcije sadržano je u proračunskom modelu, sukladno dimenzijama poprečnih presjeka i zadanoj specifičnoj težini.

#### 3.2 Etaže-ploče

##### 3.2.1 Stalno djelovanje (G1)

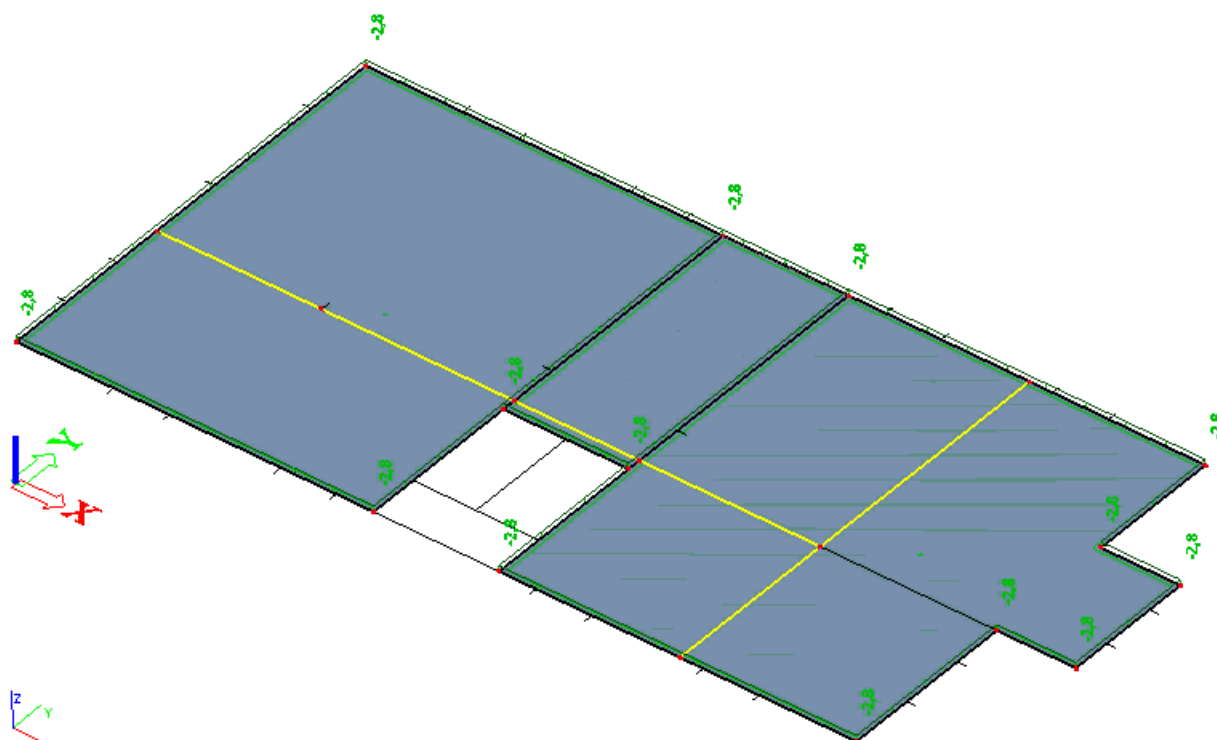


Slika 3.1 Grafički prikaz slojeva međukatne konstrukcije stambenog prostora

	$d$ (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$d \times \gamma$
Pregrade			1.00
Završna obrada poda – parket	0.02	12.0	0.24
AB estrih	0.05	25.0	1.25
Toplinska izolacija	0.04	5.0	0.20
Hidroizolacija	0.005	20.0	0.10

Ukupno stalno opterećenje:  $g_{100} = 2.79$  (kN/m<sup>2</sup>)

Tablica 3.2 Dodatno stalno opterećenje na pločama



Slika 3.2 Dodatno stalno djelovanje  $G1$  [kN/m<sup>2</sup>]

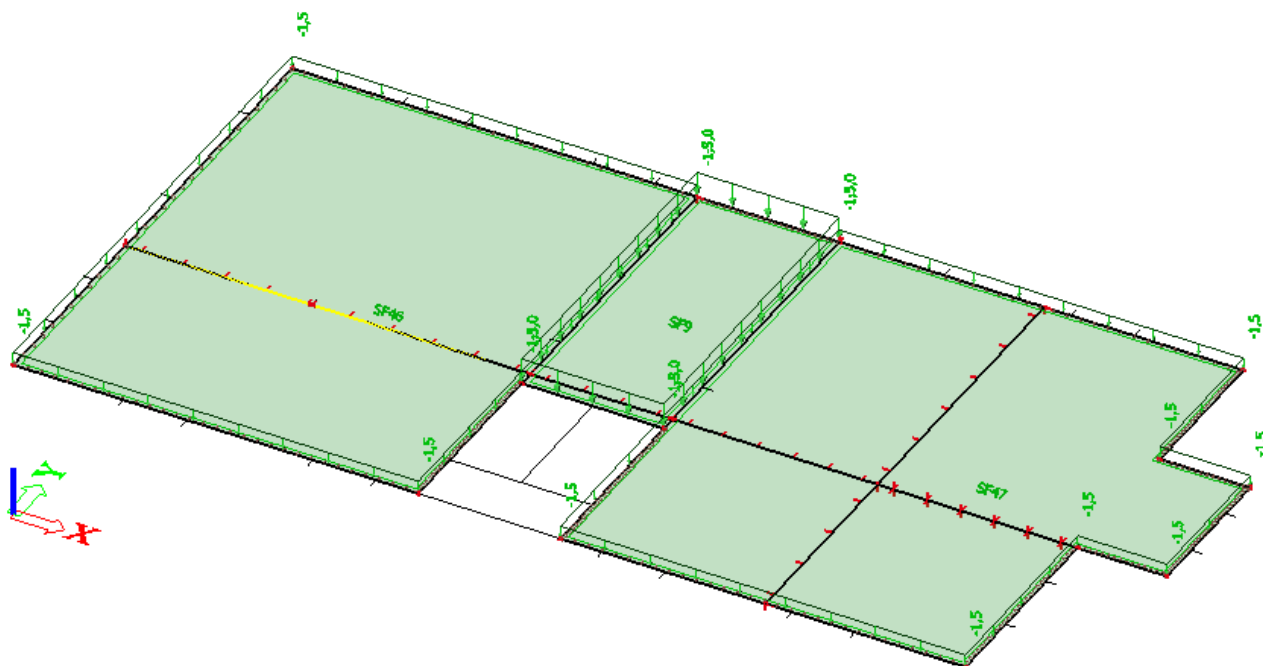
### 3.2.2 Promjenjivo djelovanje (Q)

Stupac	1		2	3	4	5
Redak	Kategorija		Namjena	Primjer	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k^s$ [kN]
1	A	A1	Nestambena potkrovlja	Neprikladna za stanovanje no pristupačna potkrovlja do 1,8 m svijetle visine	1,5	1
2		A2	Prostori za stanovanje i kućanske djelatnosti	Stropovi sa zadovoljavajućom poprečnom raspodjelom opterećenja <sup>b</sup> u stambenim zgradama i kućama, sobama s krevetima, bolnicama (spavaonicama), sobama u hotelima i prenoćištima i pripadajuće kuhinje i kupaonice	1,5	–
3		A3		A2, ali bez zadovoljavajuće poprečne raspodjele opterećenja	2,0 <sup>c</sup>	1

Tablica 3.3 Uporabna opterećenja stropova

Iz tablice za uporabna opterećenja odabire se vrijednost promjenjivog djelovanja.

$$q=1.5 \text{ kN/m}^2$$

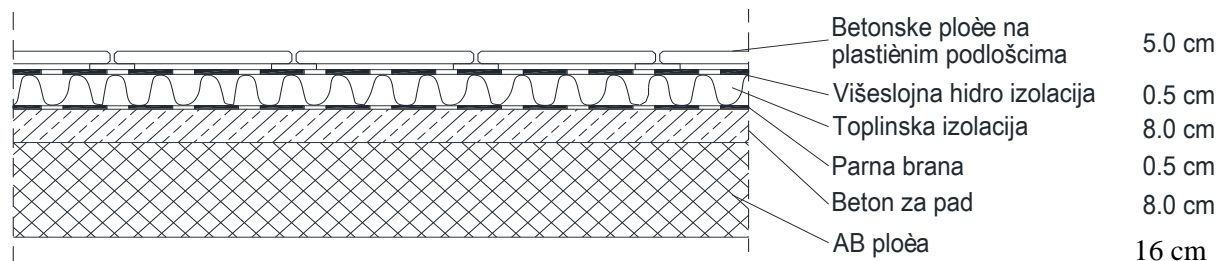


Slika 3.3 Promjenjivo djelovanje  $Q$  (kN/m<sup>2</sup>)

### 3.3 Krov

#### 3.3.1 Stalno djelovanje (G1)

Debljina ploče  $d=16$  cm

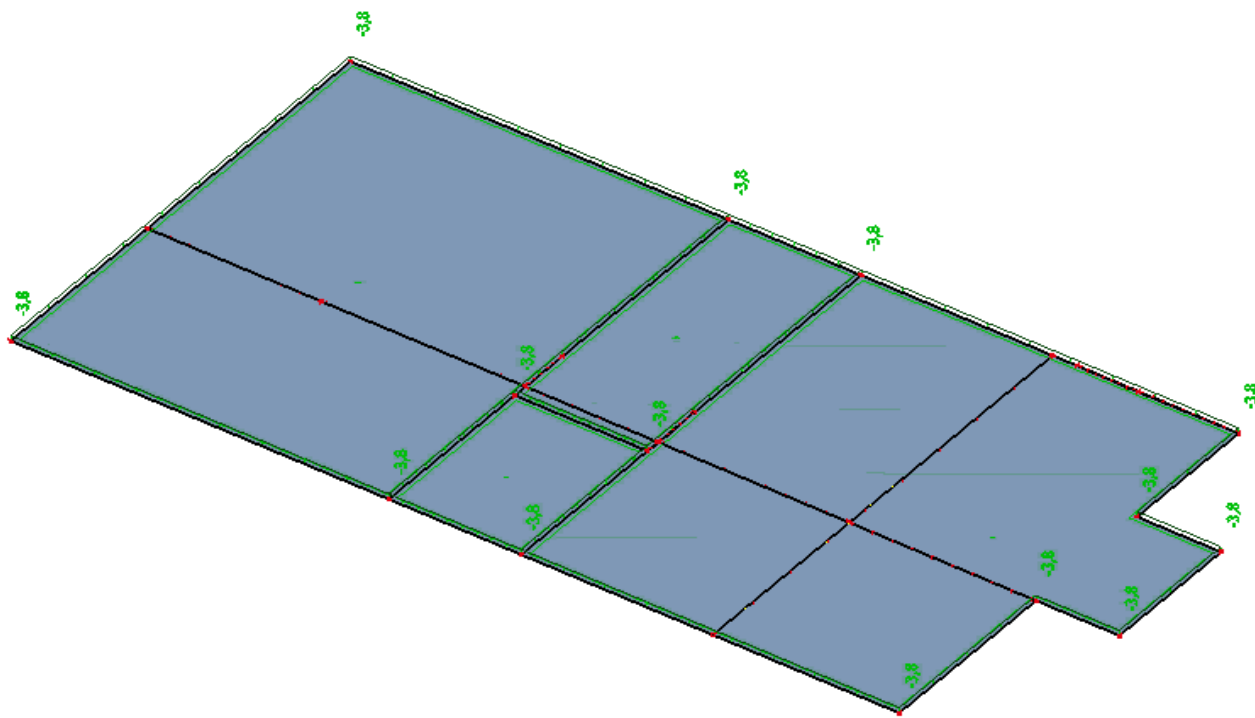


Slika 3.4 Grafički prikaz slojeva konstrukcije neprohodnog ravnog krova

	$d$ (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$d \times \gamma$
Bronske ploče na plastičnim podlošcima	0.05	25.0	1.25
Hidroizolacija + parna brana	0.01	20.0	0.20
Toplinska izolacija	0.08	5.0	0.40
Beton za pad	0.08	24.0	1.92

Ukupno stalno opterećenje:  $g_{200} = 3.77$  (kN/m<sup>2</sup>)

Tablica 3.6 Dodatno stalno opterećenje na krovnu ploču

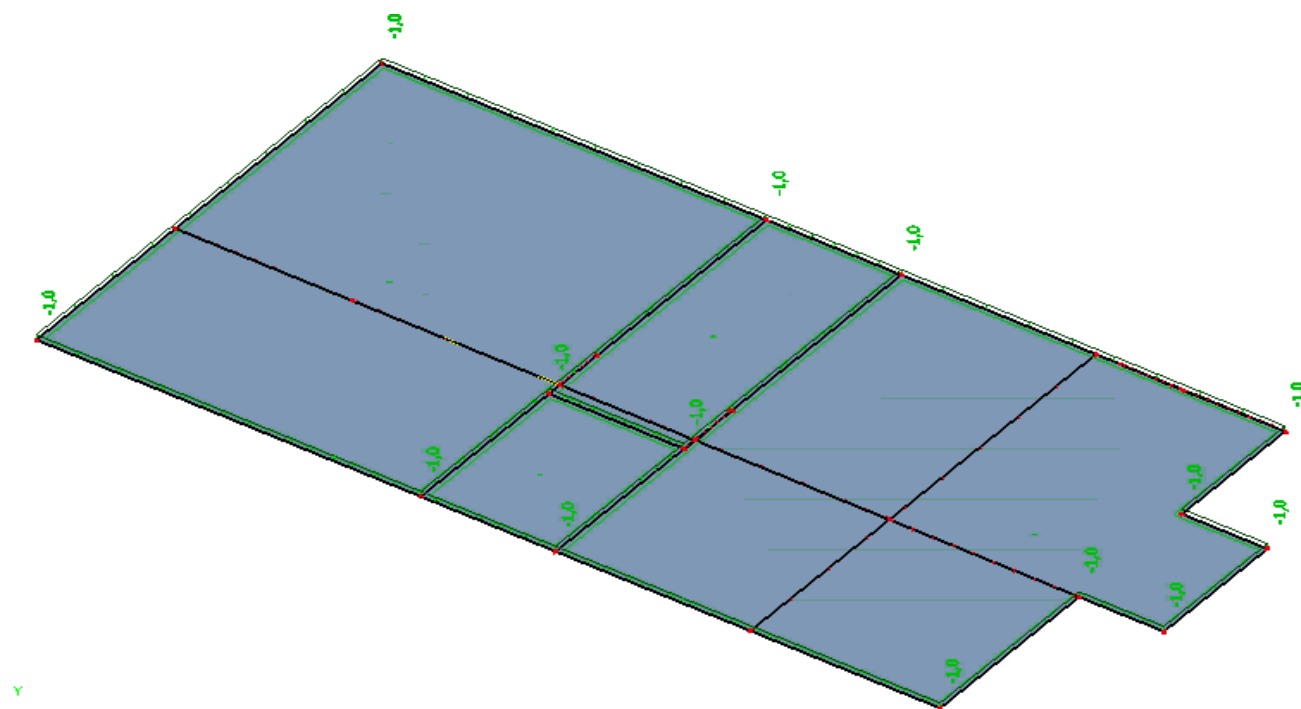


Slika 3.5 Dodatno stalno djelovanje  $G1$  na krovu [ $\text{kN/m}^2$ ]

### 3.3.2 Promjenjivo djelovanje (Q)

Iz tablice za uporabna opterećenja odabire se vrijednost promjenjivog djelovanja.

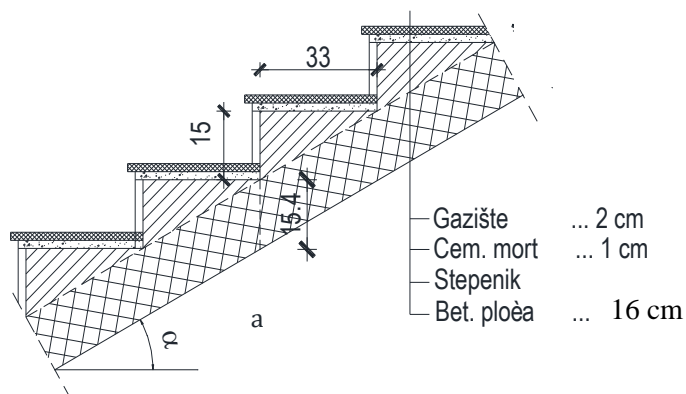
$$q = 1.0 \text{ kN/m}^2$$



Slika 3.6 Promjenjivo djelovanje  $Q1$  na krovu ( $\text{kN/m}^2$ )

### 3.4 Stubište

#### 3.4.1 Stalno djelovanje (G1)



Slika 3.4 Grafički prikaz slojeva konstrukcije stubišta

	$d$ (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$d \times \gamma$
Završna obrada gazišta – kamena ploča	0.02	28.0	0.56
Cementni namaz (max. 1.0 cm)	0.01	20.0	0.20
Stuba	0.075	24.0	1.80

Ukupno stalno opterećenje:  $g_{st} = 2.56$  (kN/m<sup>2</sup>)

Tablica 3.8 Dodatno stalno opterećenje na stubištu

#### 3.5.1 Promjenjivo djelovanje (Q)

Pokretno opterećenje se uzima prema pravilniku: HRN EN 1991-2-1.

U ovom slučaju, uzet ćemo ga jednako kao na pločama.

$$q_{st} = 3.0 \text{ kN/m}^2$$

## 4. KOMBINACIJE DJELOVANJA

Za dokaz nosivosti elemenata konstrukcije predmetne građevine osnovna djelovanja kombiniraju se za pojedina granična stanje i iznose:

**Granično stanje nosivosti GSN-1**  $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q$

G-vlastita težina + dodatno stalno djelovanje Q-vodeće promjenjivo djelovanje

Granično stanje nosivosti koristimo za dimenzioniranje nosivih elemenata konstrukcije.

**Granično stanje uporabljivosti**

**GSU-1** (česta kombinacija)  $1.0 \cdot G + \Psi_{1i} \cdot Q$   
 $1.0 \cdot G + 0.5 \cdot Q$

$\Psi_{1i}=0.5$  za promjenjiva djelovanja u stambenim zgradama za čestu kombinaciju.  
- koristi se za kontrolu progiba ploča i greda, te za kontrolu pukotina ploča i greda.

**GSU-2** (nazovistalna kombinacija)  $1.0 \cdot G + \Psi_{2i} \cdot Q$   
 $1.0 \cdot G + 0.3 \cdot Q$

$\Psi_{2i}=0.3$  za promjenjiva djelovanja u stambenim zgradama za nazovistalnu kombinaciju.  
- koristi za ograničenje tlačnog naprezanja u armirano betonskim elementima, te za kontrolu dugotrajnih progiba.

## 5. PRORAČUN MEĐUKATNE PLOČE

U ovom poglavlju prikazuju se unutarnje sile i progibi za dva modela međukatne ploče. Prvi model ploče ima upete rubove, dok drugi model ima postavljene zglobove, odnosno oslobođen zaokret na rubovima. U prvom modelu pojavljuju se momenti na rubovima što nije realno ponašanje ploče, iz tog razloga se radi drugi model, u kojem nema pojave momenta na rubovima što je realni prikaz ponašanja ploče.

Limitirajući moment:

$$M_{Rd,lim} = \mu_{sd,lim} \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot 1,0 \cdot 0,135^2 \cdot 16,66 \cdot 1000 = 48,3 \text{ kNm}$$

Minimalna i maksimalna armatura za ploče:

$$A_{s,min} = 0.0015 \cdot b \cdot d = 0.0015 \cdot 100 \cdot 13.5 = 2.02 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{s,min} = 0.6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} = 0.6 \cdot 100 \cdot \frac{13.5}{500} = 1.62 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{s,max} = 0.31 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.31 \cdot 100 \cdot 13.5 \cdot \frac{16.66}{434.8} = 16.04 \text{ cm}^2/m$$

Za proračun armature ploča usvaja se  $\zeta \approx 0.9$ .

Potrebna armatura:

$$A_{s1} = M_{Ed} \cdot \frac{100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = M_{Ed} \cdot \frac{100}{0.9 \cdot 13.5 \cdot 43,48} = M_{Ed} \cdot 0.189$$



Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature

$$V_{Rd,c} = \left[ C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d$$

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{135}} = 2,21 \leq 2,0 \rightarrow k = 2,0$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$C_{Rdc} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$\rho_1 = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{2,26}{1350} = 0,0017$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 2,0 \cdot (100 \cdot 0,0017 \cdot 25,0)^{1/3} + 0,15 \cdot 0,0 \right] 1000 \cdot 135 = 52,5 \text{ kN/m}$$

$$V_{Rd,c,min} = [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] b_w \cdot d$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 2,0^{3/2} \cdot 25^{1/2} = 0,495$$

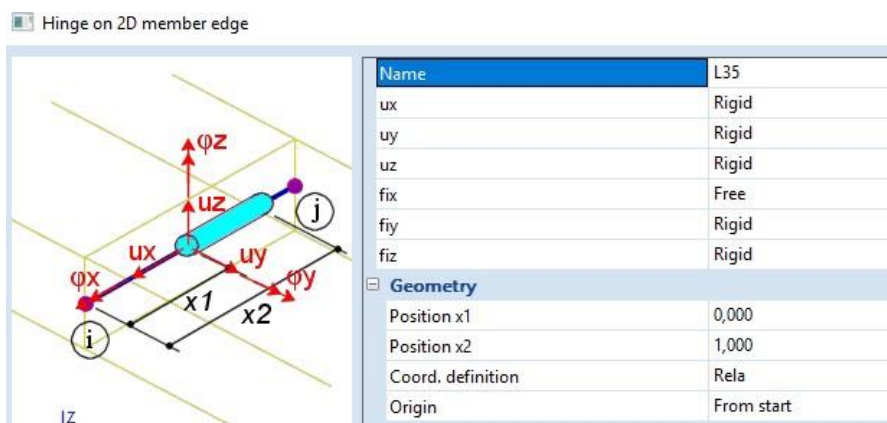
$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$V_{Rd,c,min} = [0,495 + 0,15 \cdot 0,0] 1000 \cdot 135 = 67 \text{ kN/m}$$

## 5.1. Rezultati proračuna

- dopuštamo zaokret na rubovima ploče (zbog preraspodjele momenta sa ruba na moment u polju i nad ležajem, odnosno povećanja tih momenata jer oni pokazuju realnije ponašanje ploče )



Slika 5.1 Prikaz oslobađanja zaokreta na rubovima ploče

### 2D rezne sile

Vrijednosti:  $m_x$

Linearni proračun

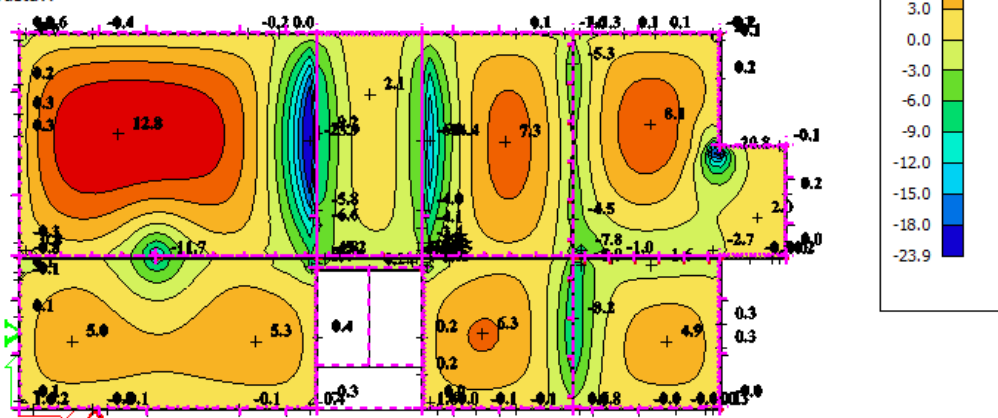
Kombinacija: GSN

Ekstrem: Član

Odabir: Svi

Položaj: U čvorova prosj.. Sustav:

Element mreže LCS



Slika 5.2 Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  (kNm/m) za GSN-1

## 2D rezne sile

Vrijednosti:  $m_y$

Linearni proračun

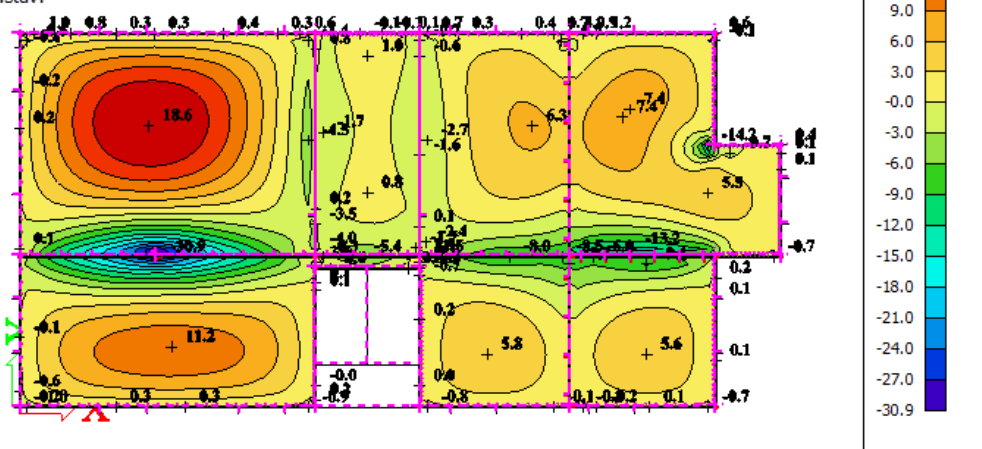
Kombinacija: GSN

Ekstrem: Član

Odabir: Svi

Položaj: U čvorova prosj.. Sustav:

Element mreže LCS



Slika 5.3 Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm/m) za GSN-1

## 2D rezne sile

Vrijednosti:  $m_{xy}$

Linearni proračun

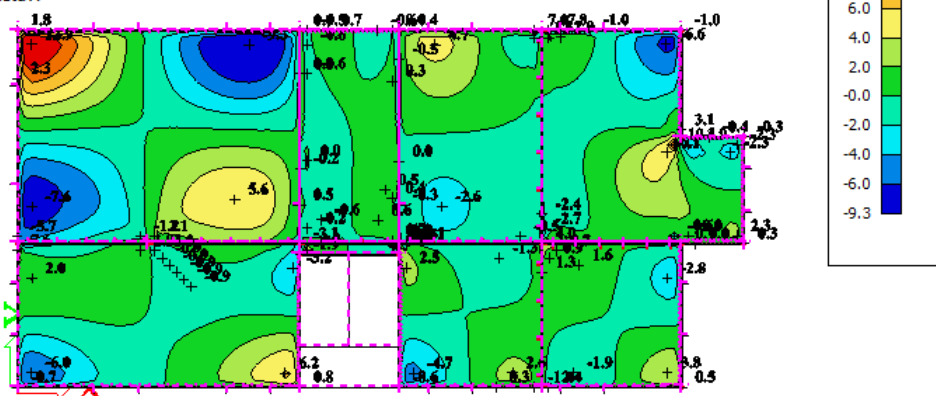
Kombinacija: GSN

Ekstrem: Član

Odabir: Svi

Položaj: U čvorova prosj.. Sustav:

Element mreže LCS



Slika 5.4 Moment savijanja  $M_{Ed,xy}$  (kNm/m) za GSN-1

### 2D rezne sile

Vrijednosti:  $v_x$

Linearni proračun

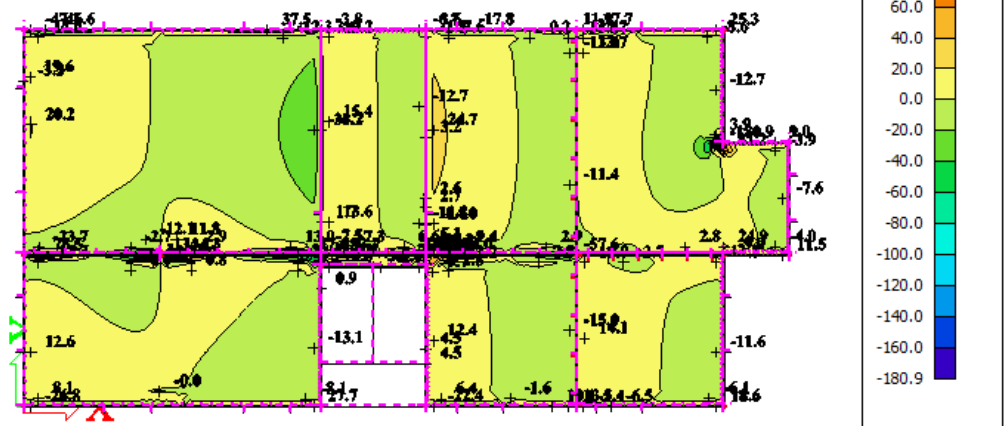
Kombinacija: GSN

Ekstrem: Član

Odabir: Svi

Položaj: U čvorova prosj.. Sustav:

Element mreže LCS



Slika 5.5 Poprečne sile  $V_{Ed,x}$  (kN/m) za GSN-1

### 2D rezne sile

Vrijednosti:  $v_y$

Linearni proračun

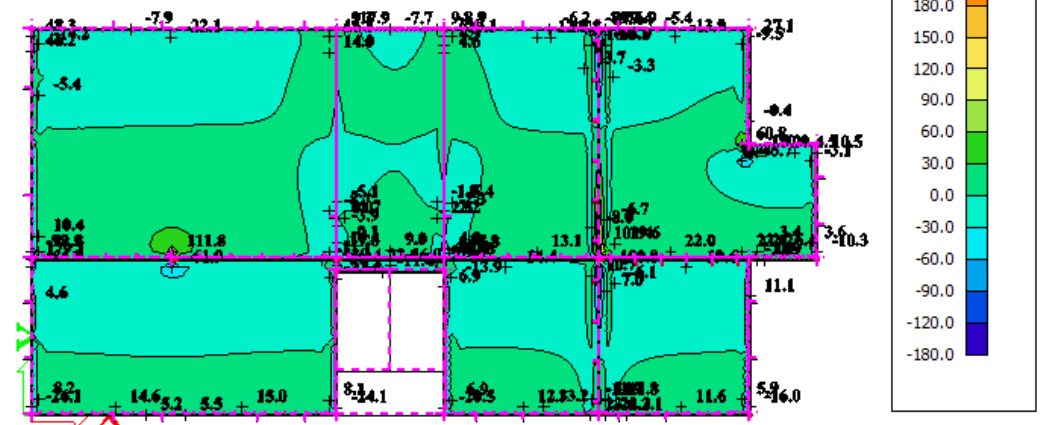
Kombinacija: GSN

Ekstrem: Član

Odabir: Svi

Položaj: U čvorova prosj.. Sustav:

Element mreže LCS



Slika 5.6 Poprečne sile  $V_{Ed,y}$  (kN/m) za GSN-1

### 2D rezne sile

Vrijednosti:  $m_x$

Linearni proračun

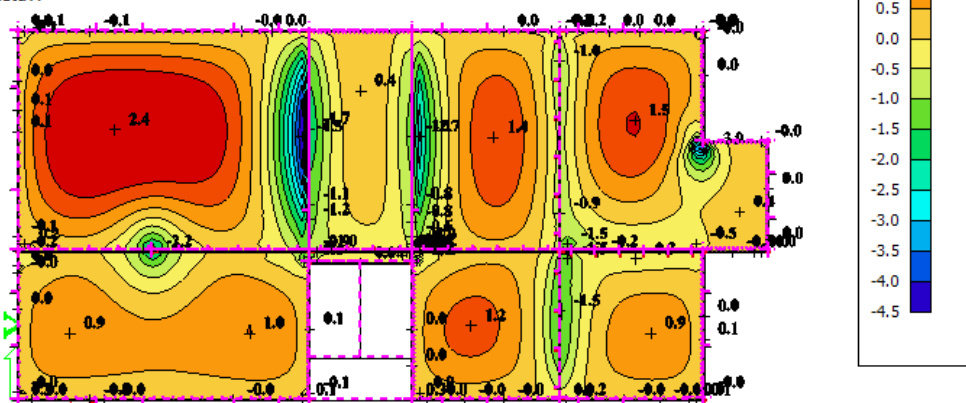
Kombinacija: arm\_16

Ekstrem: Član

Odabir: Svi

Položaj: U čvorova prosj.. Sustav:

Element mreže LCS



Slika 5.7 Armatura u ploči smjer  $A_s, x-x$  (kNm/m) za GSN-1

### 2D rezne sile

Vrijednosti:  $m_y$

Linearni proračun

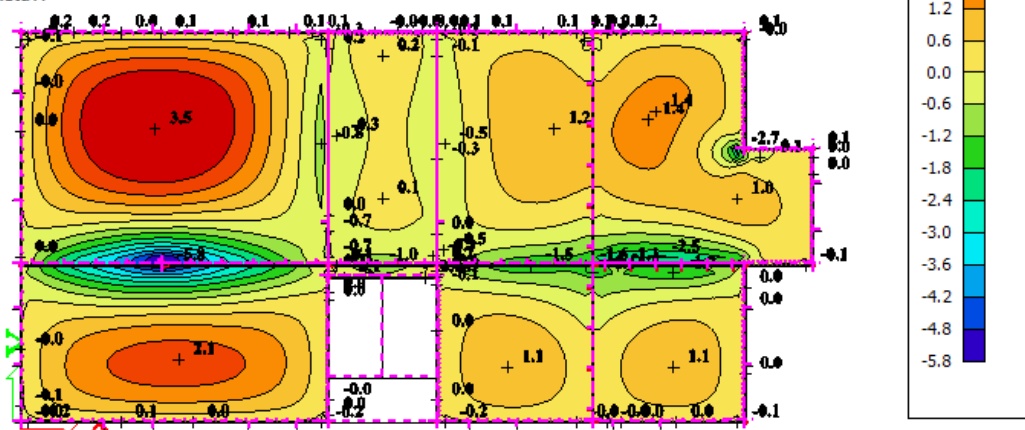
Kombinacija: arm\_16

Ekstrem: Član

Odabir: Svi

Položaj: U čvorova prosj.. Sustav:

Element mreže LCS



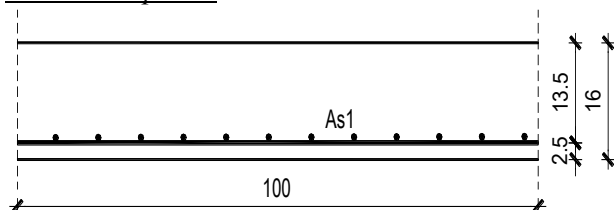
Slika 5.8 Armatura u ploči smjer  $A_s, y-y$  (polje) ( $cm^2/m$ ) za GSN-1

### 5.1.1 Dimenzioniranje ploče na moment savijanja

Beton: C 25/30;  $f_{ck}=25.0 \text{ MPa}$   $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25.0}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}$

Armatura: B 500B;  $f_{yk}=500.0 \text{ MPa}$   $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}$

#### Međukatna ploča



**Napomena:** Zbog preraspodjele dobivenu armaturu potrebno je umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju 25%.

Armatura u polju:  $3.5 \text{ cm}^2 \cdot 1.25 = 4.38 \text{ cm}^2$

Armatura na ležaju  $3.0 \text{ cm}^2 \cdot 0.85 = 2.55 \text{ cm}^2$

#### ODABRANA ARMATURA

Polje Q-503 ( $5.03 \text{ cm}^2/\text{m}$ ) Ležaj R-283 ( $2.83 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Na mjestima gdje je potrebna veća armatura postavljaju se šipke  $\Phi 10$  u jednom ili oba smjera na razmaku od 20 cm.

### 5.1.2 Kontrola progiba međukatne ploče

#### 2D pomak

Vrijednosti: **U** ukupno

Linearni proračun

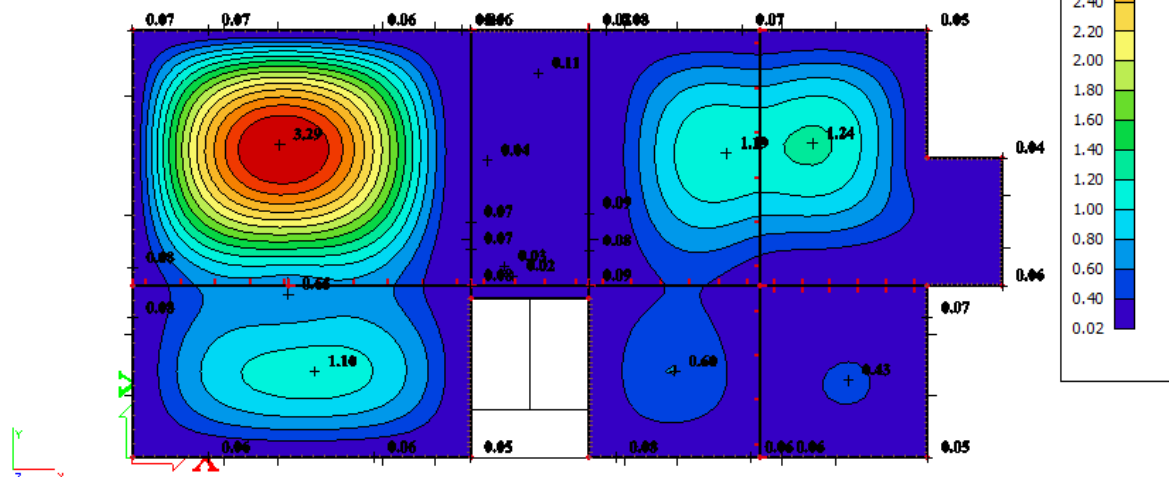
Kombinacija: GSU1

Ekstrem: Član

Odabir: Svi

Položaj: U čvorova prosj. na makro.

Sustav: Element mreže LCS



Slika 5.9 Progib ploče (mm) za kombinaciju GSU-1

Najveći progib iznosa je 3.29 mm;  $L=5800\text{mm}$

Dozvoljen progib  $L/1000 = 5,8\text{mm}$

Međukatna ploča zadovoljava na progibe.

#### 2D pomak

Vrijednosti: **U** ukupno

Linearni proračun

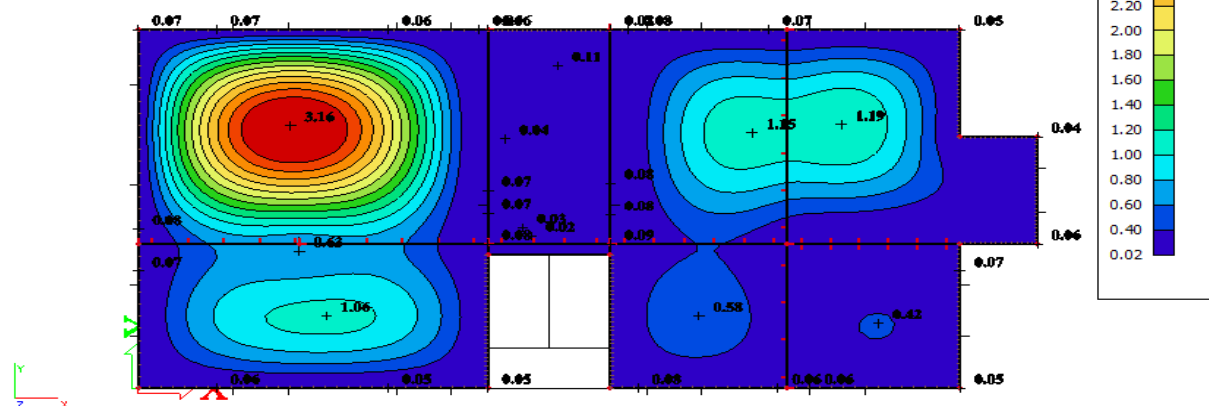
Kombinacija: GSU2

Ekstrem: Član

Odabir: Svi

Položaj: U čvorova prosj. na makro.

Sustav: Element mreže LCS



Slika 5.10 Progib ploče (mm) za kombinaciju GSU-2

Najveći progib iznosa je 3.16 mm;  $L=5800$

Dozvoljen progib  $L/1250 = 4,64\text{ mm}$

Međukatna ploča zadovoljava na progibe.

## 6. PRORAČUN KROVNE PLOČE

### 6.1. Prikaz rezultata

2D rezne sile

Vrijednosti:  $m_x$

Linearni proračun

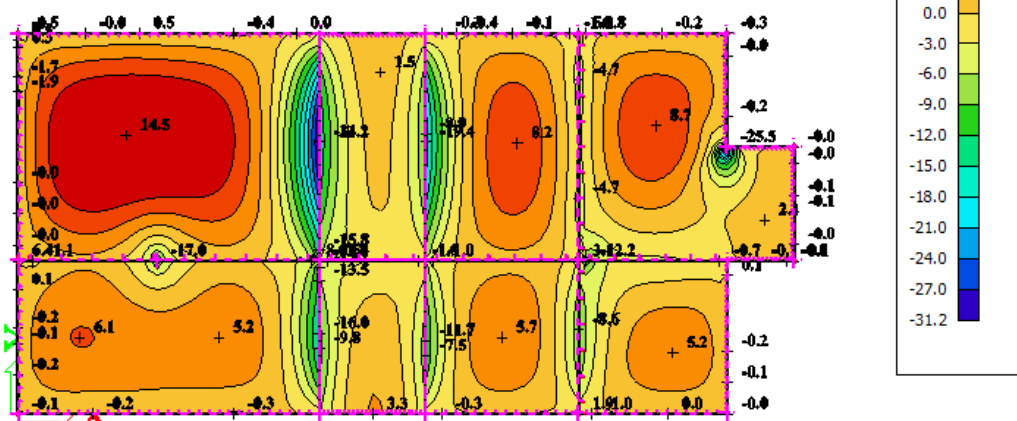
Kombinacija: GSN

Ekstrem: Član

Odabir: Svi

Položaj: U čvorova prosj. na makro.

Sustav: Element mreže LCS



Slika 6.1 Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  (kNm/m) za GSN-1

2D rezne sile

Vrijednosti:  $m_y$

Linearni proračun

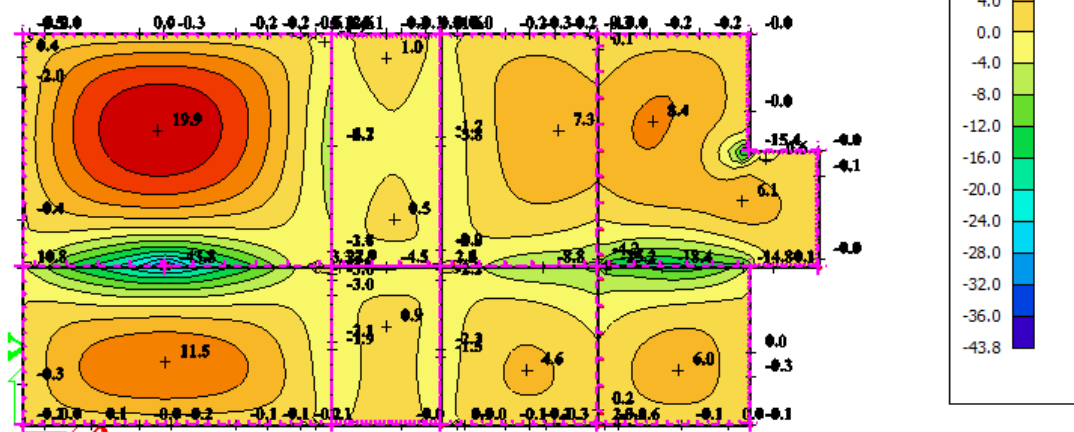
Kombinacija: GSN

Ekstrem: Član

Odabir: Svi

Položaj: U čvorova prosj. na makro.

Sustav: Element mreže LCS



Slika 6.2 Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm/m) za GSN-1



## 2D rezne sile

Vrijednosti:  $m_{xy}$

Linearni proračun

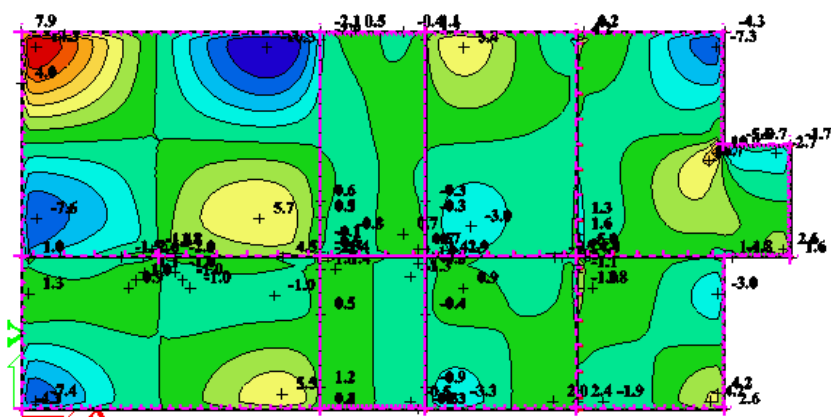
Kombinacija: GSN

Ekstrem: Član

Odabir: Svi

Položaj: U čvorova prosj. na makro.

Sustav: Element mreže LCS



Slika 6.3 Moment savijanja  $M_{Ed,xy}$  (kNm/m) za GSN-1

## 2D rezne sile

Vrijednosti:  $v_x$

Linearni proračun

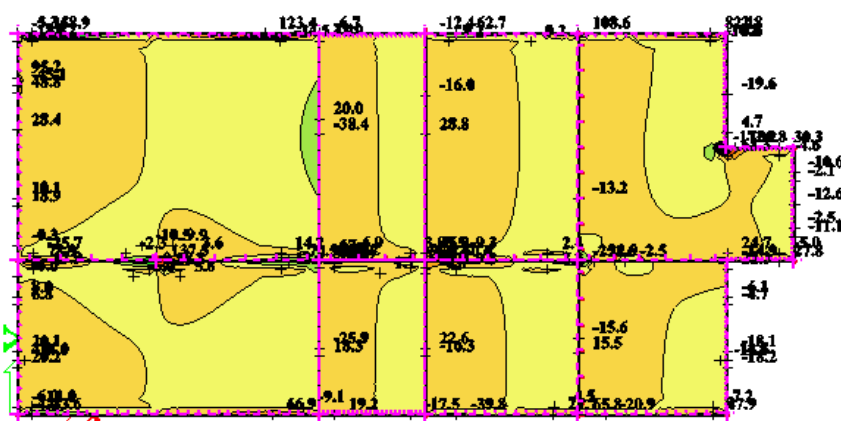
Kombinacija: GSN

Ekstrem: Član

Odabir: Svi

Položaj: U čvorova prosj. na makro.

Sustav: Element mreže LCS



Slika 6.4 Poprečne sile  $V_{Ed,x}$  (kN/m) za GSN-1

## 2D rezne sile

Vrijednosti:  $v_y$

Linearni proračun

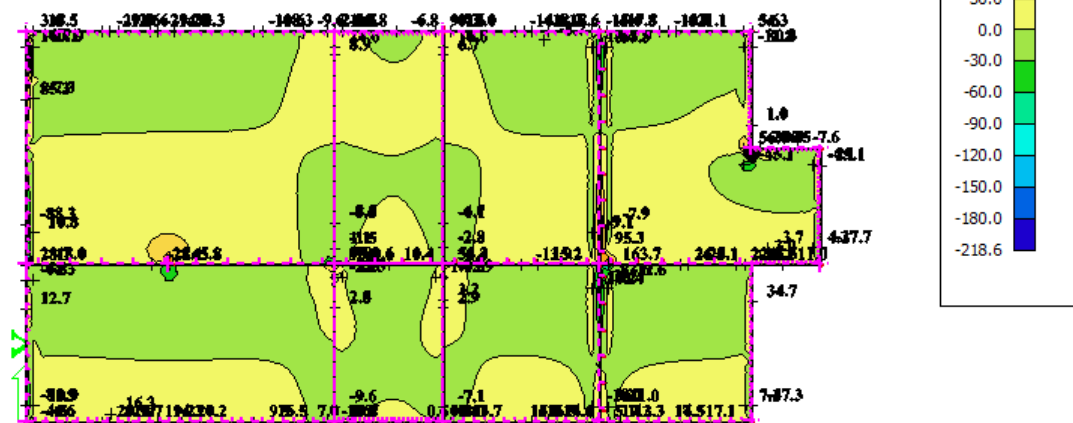
Kombinacija: GSN

Ekstrem: Član

Odabir: Svi

Položaj: U čvorova prosj. na makro.

Sustav: Element mreže LCS



Slika 6.5 Poprečne sile  $V_{Ed,y}$  (kN/m) za GSN-1

#### 2D rezne sile

Vrijednosti:  $m_x$

Linearni proračun

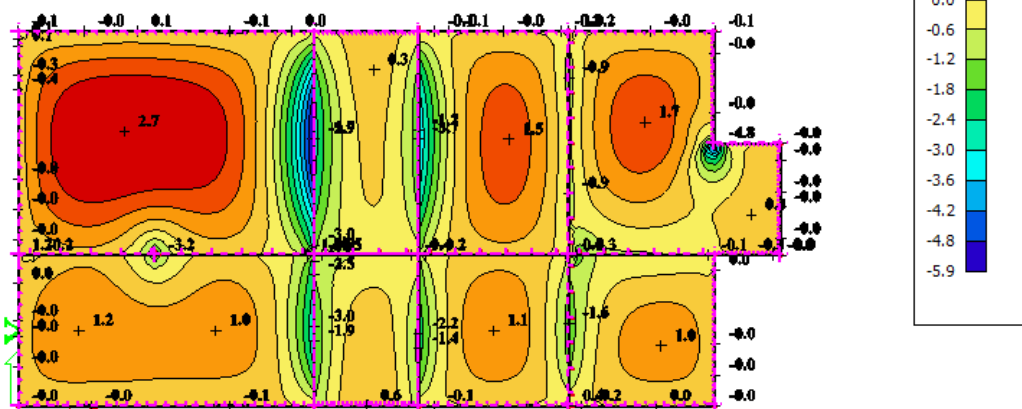
Kombinacija: arm\_16

Ekstrem: Član

Odabir: Svi

Položaj: U čvorova prosj. na makro.

Sustav: Element mreže LCS



Slika 6.6 Armatura u ploči smjer  $A_{s,x-x}$  ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ) za GSN-1

#### 2D rezne sile

Vrijednosti:  $m_y$

Linearni proračun

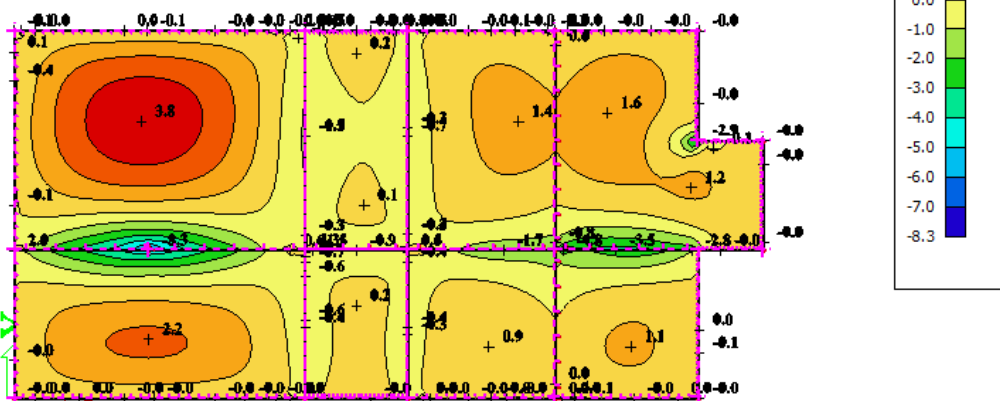
Kombinacija: arm\_16

Ekstrem: Član

Odabir: Svi

Položaj: U čvorova prosj. na makro.

Sustav: Element mreže LCS



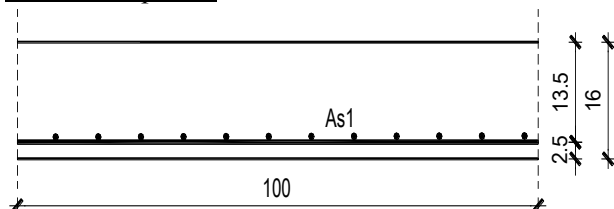
Slika 6.7 Armatura u ploči smjer  $A_{s,y-y}$  ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ) za GSN-1

### 6.1.1 Dimenzioniranje na moment savijanja

Beton: C 25/30;  $f_{ck}=25.0 \text{ MPa}$   $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25.0}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}$

Armatura: B 500B;  $f_{yk}=500.0 \text{ MPa}$   $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}$

#### Međukatna ploča



**Napomena: Dobivenu armaturu zbog preraspodjele umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju 25%.**

Armatura u polju  $3.8 \text{ cm}^2 \cdot 1.25 = 4.75 \text{ cm}^2$

Armatura na ležaju  $3.0 \text{ cm}^2 \cdot 0.85 = 2.5 \text{ cm}^2$

**ODABRANA ARMATURA:**

Polje Q-503 ( $5.03 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Ležaj R-257 ( $3.85 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Na mjestima gdje je potrebna veća armatura postavljaju se šipke  $\Phi 10$  u jednom ili oba smjera na razmaku od 20 cm.

## 6.2 Kontrola progiba i pukotina krovne ploče

### 6.2.1 Kontrola progiba

#### 2D pomak

Vrijednosti: **U** ukupno

Linearni proračun

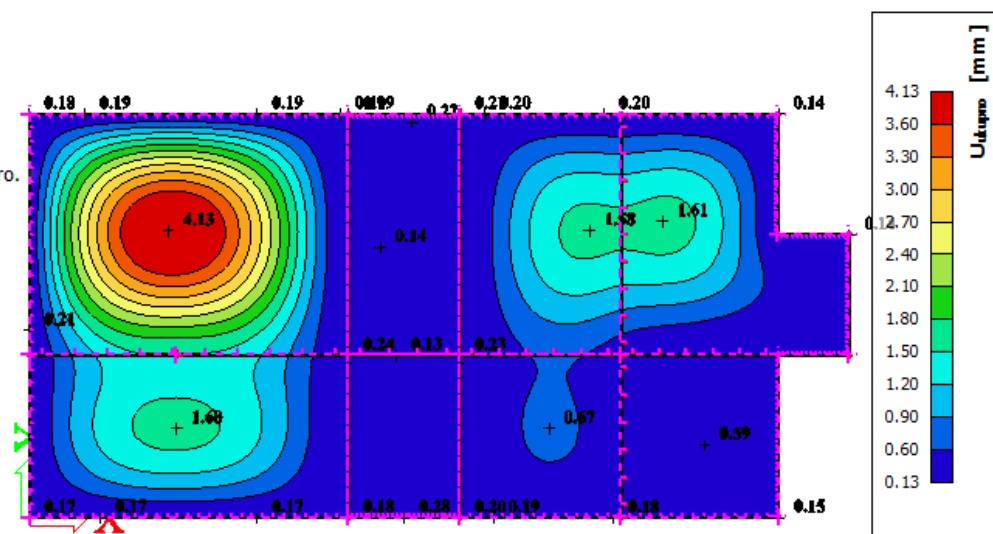
Kombinacija: GSU1

Ekstrem: Član

Odabir: Svi

Položaj: U čvorova prosj. na makro.

Sustav: Element mreže LCS



Slika 6.8 Progib ploče (mm) za kombinaciju GSU-1

Najveći progib iznosa je 4,13 mm;  $L=5800$  mm

Dozvoljen progib  $L/1000 = 5,8$  mm

Krovnna ploča zadovoljava na progibe.

#### 2D pomak

Vrijednosti: **U** ukupno

Linearni proračun

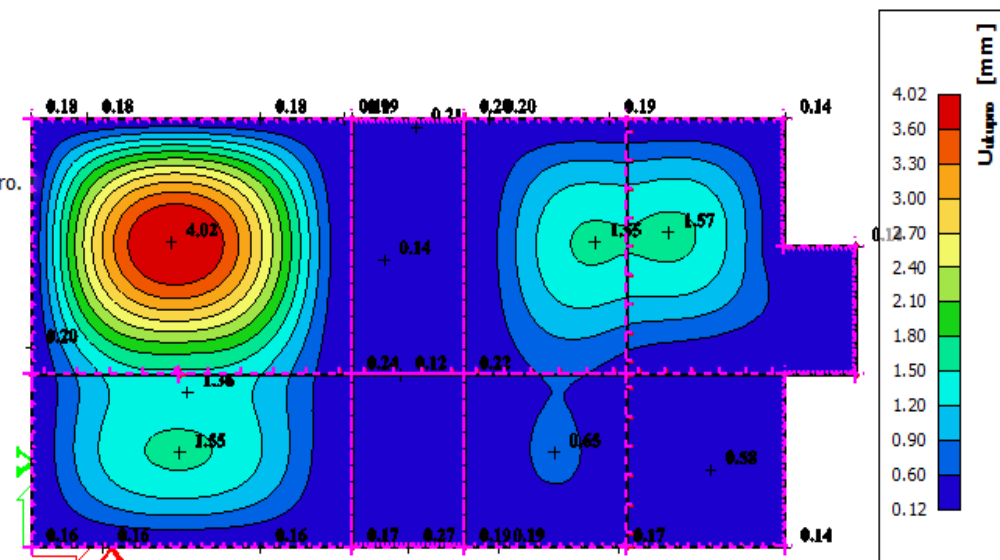
Kombinacija: GSU2

Ekstrem: Član

Odabir: Svi

Položaj: U čvorova prosj. na makro.

Sustav: Element mreže LCS



Slika 6.9 Progib ploče (mm) za kombinaciju GSU-2

Najveći progib iznosa je 4,02 mm;  $L=5800$  mm

Dozvoljen progib  $L/1250 = 4,64$  mm

Krovnna ploča zadovoljava na progibe.

## 6.2.2 Kontrola pukotina

Od priloženih dijagrama odabire se najveći moment savijanja koji će biti mjerodavan kod izračuna širine pukotina.

### 2D rezne sile

Vrijednosti:  $m_x$

Linearni proračun

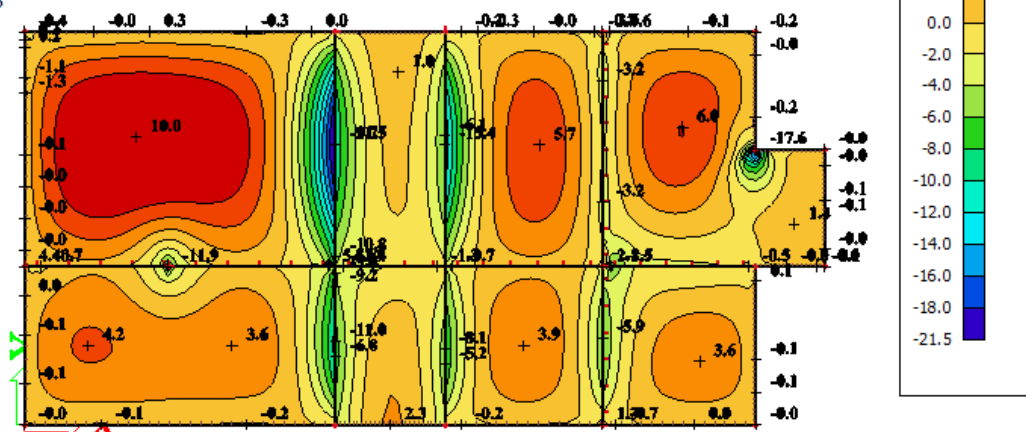
Kombinacija: GSU1

Ekstrem: Član

Odabir: Svi

Položaj: U čvorova prosj. na makro.

Sustav: Element mreže LCS



Slika 6.10 Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  (kNm/m) za GSU-I

### 2D rezne sile

Vrijednosti:  $m_y$

Linearni proračun

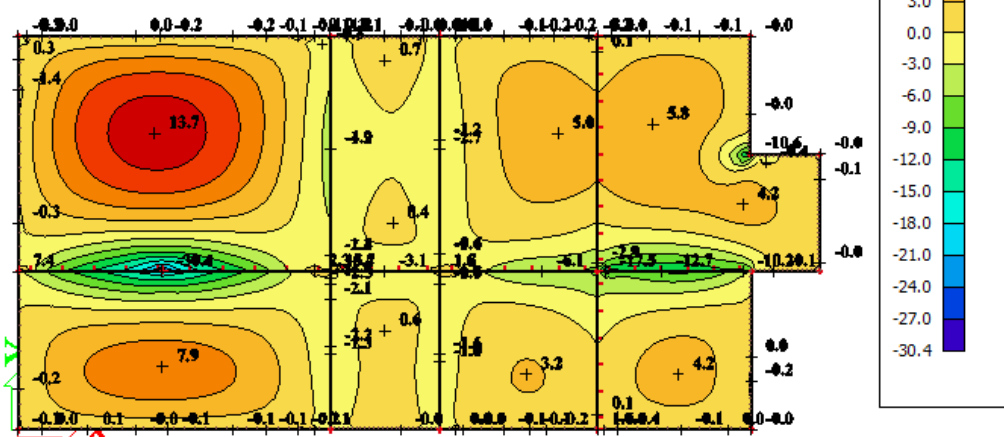
Kombinacija: GSU1

Ekstrem: Član

Odabir: Svi

Položaj: U čvorova prosj. na makro.

Sustav: Element mreže LCS



Slika 6.11 Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm/m) za GSU-I

Mjerodavni moment  $M=13,7 \text{ kNm/m}$

Prognoza širine pukotine:

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

Vrijednost  $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$  određuje se prema izrazu:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$$x = \frac{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}} \right) = \frac{7,0 \cdot 5,03}{100} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 100 \cdot 13,5}{7,0 \cdot 5,03}} \right) = 2,75 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_s} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_s} = \frac{1370}{\left(13,5 - \frac{2,75}{3}\right) \cdot 5,03} = 21,64 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 216,4 \text{ MPa}$$

Za C 25/30  $\Rightarrow f_{ct,eff} = 2,6 \text{ MPa}$

$$A_{s1} = Q-503 = 5,03 \text{ cm}^2$$

$$E_{cm} = 30,0 \text{ GPa} = 30000 \text{ MPa} - \text{modul elastičnosti betona}$$

$$E_s = 210,0 \text{ GPa} = 210000 \text{ MPa} - \text{modul elastičnosti armature}$$

$$k_t = 0,4 - \text{dugotrajno opterećenje}$$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{210}{30} = 7,0 - \text{odnos modula elastičnosti}$$

Djelotvorni koeficijent armiranja glavnom vlačnom armaturom:

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{5,03}{100(2,5 \cdot 2,5)} = 0,008$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{216,4 - 0,4 \frac{2,6}{0,008} (1 + 7,0 \cdot 0,008)}{210000} \geq 0,6 \cdot \frac{216,4}{210000}$$

$$-0,000376 \geq 0,000618$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,000618$$

Srednji razmak pukotina:

$$s_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\Phi}{\rho_{p,eff}}$$

$$\Phi = 7,0 \text{ mm}$$

$$c = 20 \text{ mm} - \text{Zaštitni sloj uzdužne armature}$$

$$k_1 = 0,8 - \text{Rebrasta armatura}$$

$$k_2 = 0,5 - \text{Savijanje}$$

$$k_3 = 3,4$$

$$k_4 = 0,425$$

$$s_{r,max} = 3,4 \cdot 20 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot \frac{7,0}{0,008} = 216,75$$

Karakteristična širina pukotine:

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 216,75 \cdot 0,000618 = 0,133 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm}$$

**- Pukotine zadovoljavaju!**



## 7. PRORAČUN GREDA

Limitirajući moment:

$$M_{Rd,lim} = \mu_{sd,lim} \cdot b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0,159 \cdot 0,2 \cdot 0,47^2 \cdot 16,66 \cdot 1000 = 117,03 \text{ kNm}$$

Minimalna i maksimalna armatura za grede:

$$A_{s,min}^{polje} = 0,0015 \cdot b_w \cdot d = 0,0015 \cdot 20 \cdot 47 = 1,14 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min}^{ležaj} = 0,0015 \cdot b_{eff} \cdot d = 0,0015 \cdot 66,2 \cdot 47 = 4,66 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max}^{polje} = 0,31 \cdot b_w \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,31 \cdot 20 \cdot 47 \cdot \frac{16,66}{434,8} = 11,16 \text{ cm}^2$$

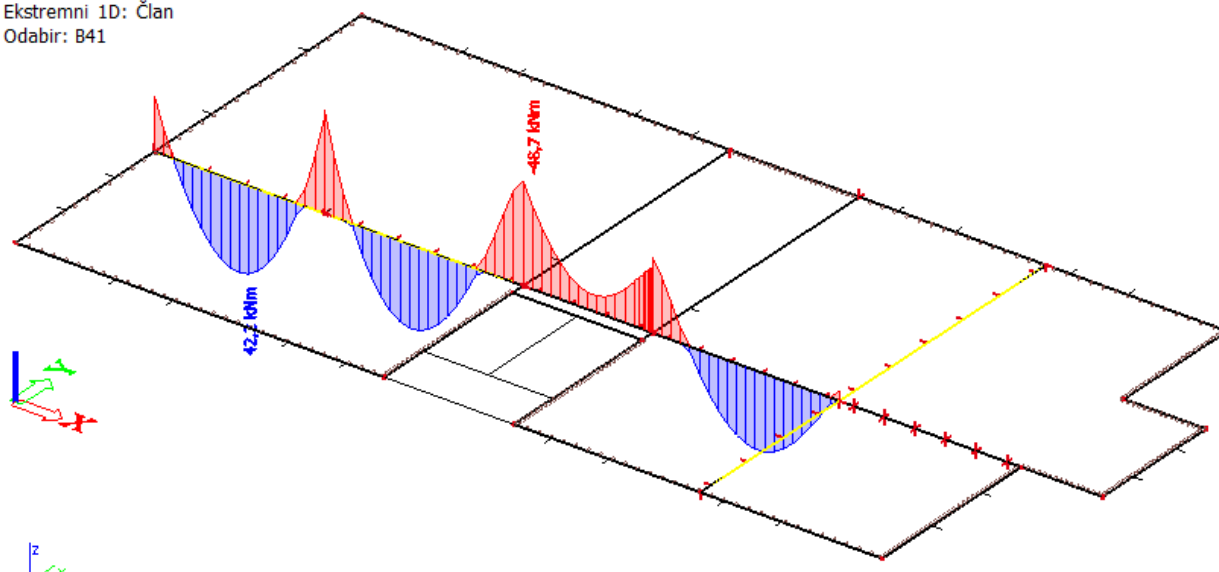
$$A_{s,max}^{ležaj} = 0,85 \cdot b_{eff} \cdot h_f \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,85 \cdot 88 \cdot 50 \cdot \frac{16,66}{434,8} = 143,3 \text{ cm}^2$$

## 7.1 Međukatna greda

### 7.1.1 Prikaz rezultata grede 1

#### 1D rezne sile

Vrijednosti:  $M_y$   
Linearni proračun  
Kombinacija: GSN  
Koordinatni sistem: Glavni  
Ekstremni 1D: Član  
Odabir: B41



Slika 7.1 Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm) za GSN-1

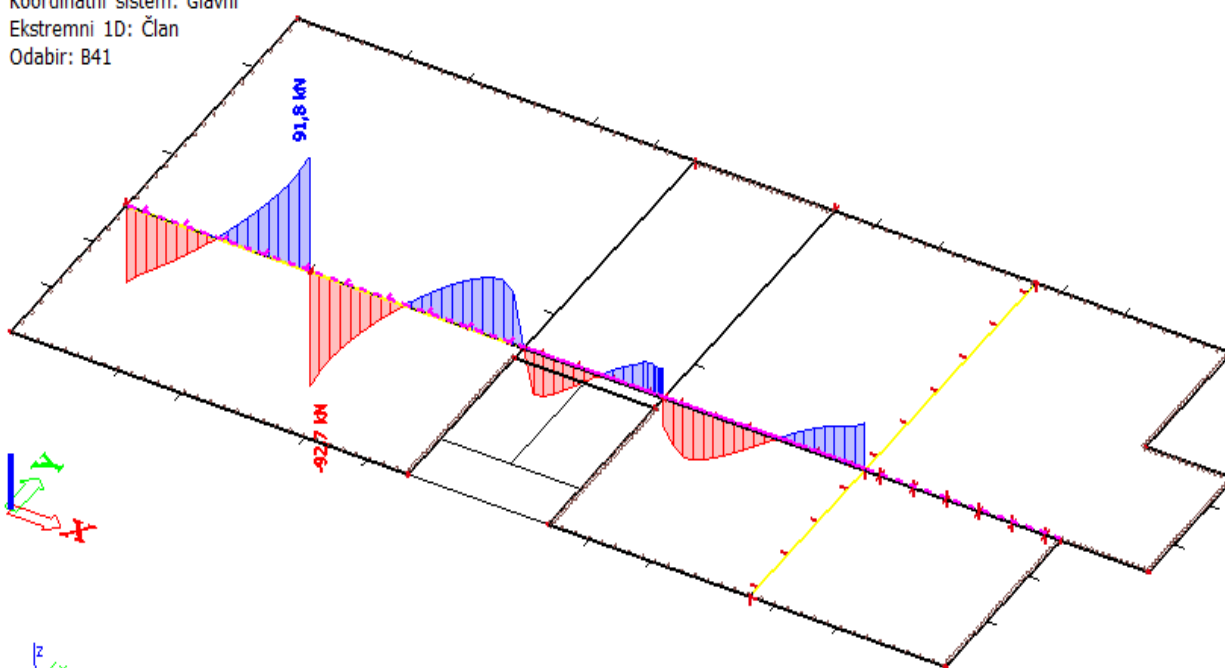
**Napomena:** Preraspodjela momenta savijanja u gredama, moment u polju povećati za 30 % , a moment nad ležajem smanjiti za 15 %.

$$M_{\max, \text{polje}} = 42,20 \cdot 1.30 = 54,86 \text{ kNm}$$

$$M_{\max, \text{ležaj}} = 48,7 \cdot 0.85 = 41,4 \text{ kNm}$$

#### 1D rezne sile

Vrijednosti:  $V_z$   
Linearni proračun  
Kombinacija: GSN  
Koordinatni sistem: Glavni  
Ekstremni 1D: Član  
Odabir: B41



Slika 7.2 Poprečne sile  $V_{Ed,z}$  (kN) za GSN-1

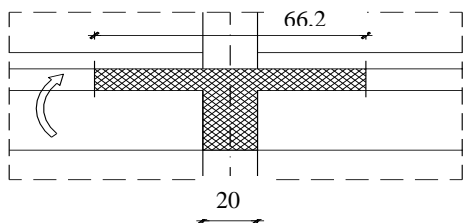
### 7.1.2. Dimenzioniranje nosača na moment savijanja

Beton: C 25/30;  $f_{ck}=25.0 \text{ MPa}$   $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25.0}{1.5} = 16.67 \text{ MPa}$

Armatura: B 500B;  $f_{yk}=500.0 \text{ MPa}$   $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.0}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}$

Polje p1:

Utjecajna širina:  $b_{eff} = b_0 + \frac{l_0}{5} \leq L_2 \Rightarrow b_{eff} = 20 + \frac{0.7 \cdot 330}{5} = 66.2 \text{ cm}$



$M_{Ed} = 54.86 \text{ kNm}$

$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5486}{80.35 \cdot 47^2 \cdot 1.67} = 0.018$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$   $\varepsilon_{c2} = 0.8 \text{ ‰}$   $\xi = 0.074$   $\zeta = 0.974$

$x = \xi \cdot d = 0.074 \cdot 47 = 3.478 \text{ cm} < h_{pl}$

$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{5486}{0.974 \cdot 47 \cdot 43.5} = 2.755 \text{ cm}^2$

Odabrano 2Ø14 ( $A_s=3.08 \text{ cm}^2$ )

Ležaj:

$M_{Ed} = 41.4 \text{ kNm}$

$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{4140}{20 \cdot 47^2 \cdot 1.67} = 0.056$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10.0 \text{ ‰}$   $\varepsilon_{c2} = 1.5 \text{ ‰}$   $\zeta_{lim} = 0.953$   $\mu_{sd,lim} = 0.130$

$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4140}{0.953 \cdot 47 \cdot 43.5} = 2.124 \text{ cm}^2$

Odabrano 2Ø18 ( $A_{s,min}=5.09 \text{ cm}^2$ )

### 7.1.3. Dimenzioniranje nosača na poprečnu silu

#### Ležaj

<p>C 25/30</p> <p><math>V_{Ed} = 92.7 \text{ kN}</math></p>	$V_{Rd,c} = \left[ C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$ $k = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{470}} = 1.65 \leq 2.0 \Rightarrow k = 1.63$ $k_1 = 0.15$ $\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c = 0.0$ $C_{Rdc} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.5 = 0.12$ $\sum A_s = 2\phi 18 + 2\phi 18 = 5.09 + 5.09 = 10.18 \text{ cm}^2$ $\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{10.18}{20 \cdot 50} = 0.0102$ $V_{Rd,c} = \left[ 0.12 \cdot 1.65 \cdot (100 \cdot 0.0102 \cdot 25.0)^{1/3} + 0.15 \cdot 0.0 \right] \cdot 200 \cdot 470$ $V_{Rd,c} = 54746 \text{ N} = 54.74 \text{ kN}$ <p><math>V_{Rd,c}</math> mora biti veća od:</p> $V_{Rd,c} \geq \left[ \nu_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$ $k_1 = 0.15$ $\nu_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1.65^{3/2} \cdot 25.0^{1/2} = 0.371$ $\sigma_{cp} = N_{sd} / A_c = 0.0$ $V_{Rd,c} \geq 0.371 \cdot 200 \cdot 470$ $V_{Rd,c} \geq 34865 \text{ N} = 34.8 \text{ kN}$ <p>Pa je i taj uvjet zadovoljen</p> $V_{Ed, \max} = V_{Ed} = 92.7 \text{ kN}$ $V_{Rd, \max} = 0.5 \cdot \nu \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$ $\nu = 0.6 \left[ 1.0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0.6 \left[ 1.0 - \frac{25}{250} \right] = 0.54$ $V_{Rd, \max} = 0.5 \cdot 0.54 \cdot 200 \cdot 470 \cdot 16.66 = 422830 \text{ N} = 422.8 \text{ kN} > V_{Ed, \max} = V_{Ed}$ $V_{Ed, \max} / V_{Rd, \max} = 92.7 / 422.8 \approx 0.22 \Rightarrow V_{Ed} = 0.22 V_{Rd, \max}$ $s_{\max} = \min \{ 0.75 \cdot d; 30.0 \text{ cm} \} =$ $\min \{ 0.75 \cdot 47 = 35.25; 30.0 \} \Rightarrow s_{\max} = 30.0 \text{ cm}$ $\rho_{\min} = 0.0009$ <p>Potrebna računska poprečna armatura!</p> $A_{sw, \min} = \frac{\rho_{\min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0.0009 \cdot 30 \cdot 20}{2} = 0.27 \text{ cm}^2$ <p>Odabrane minimalne spone: Ø8/20 (<math>A_{sw} = 0.5 \text{ cm}^2</math>)</p>
---	--

	$f_{ywd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}; \quad B 500B \Rightarrow f_{ywd} = \frac{500}{1.15} = 434.8 \text{ MPa} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$ $V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot \operatorname{ctg} \theta$ $V_{Rd,s} = \frac{0.5}{30} \cdot (0.9 \cdot 47) \cdot 43.48 \cdot 2 = 61.31 \text{ kN}$ $V_{Ed} > V_{Rd}$ <p style="text-align: center;">Postaviti spona <b>Ø8/20</b> (<math>A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2</math>)</p>
--	---

Na mjestima spoja greda sa stupom i na mjestima spoja greda sa zidovima potrebno je progustiti spona, pa uzimamo razmak između spona 15 cm.

#### 7.1.4. Kontrola progiba

##### 1D deformacije

Vrijednosti: **U** *ukupno*

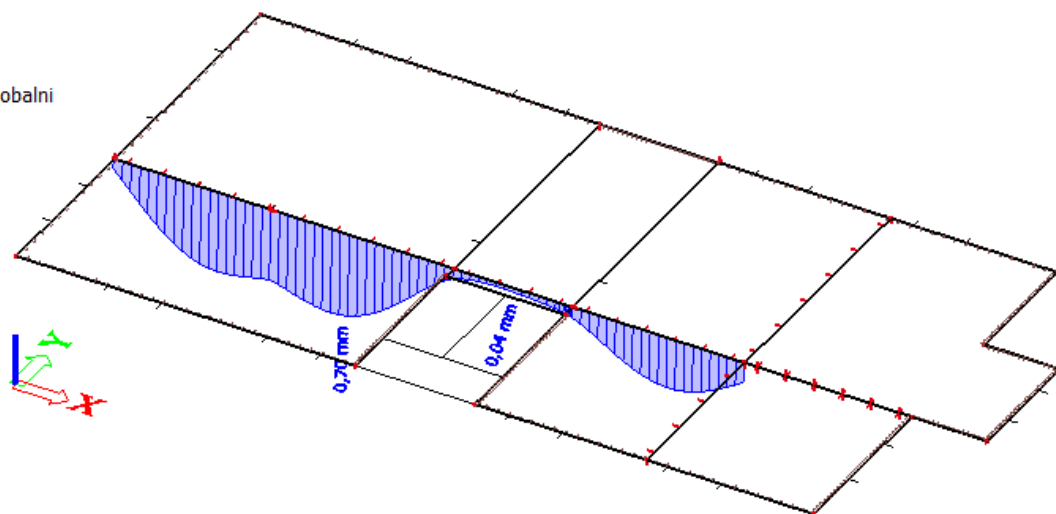
Linearni proračun

Kombinacija: GSU1

Koordinatni sistem: Globalni

Ekstremni 1D: Član

Odabir: B41



*Slika 7.3 Progib grede (mm) za kombinaciju GSU-1*

Najveći progib iznosa je 0,7 mm

Dozvoljen progib  $L/1250 = 3900/1250 = 3,12$  mm

Međukatna greda zadovoljava na progibe.

## 7.2. Krovna greda

### 7.2.1 Prikaz rezultata proračuna

#### 1D rezne sile

Vrijednosti:  $M_y$

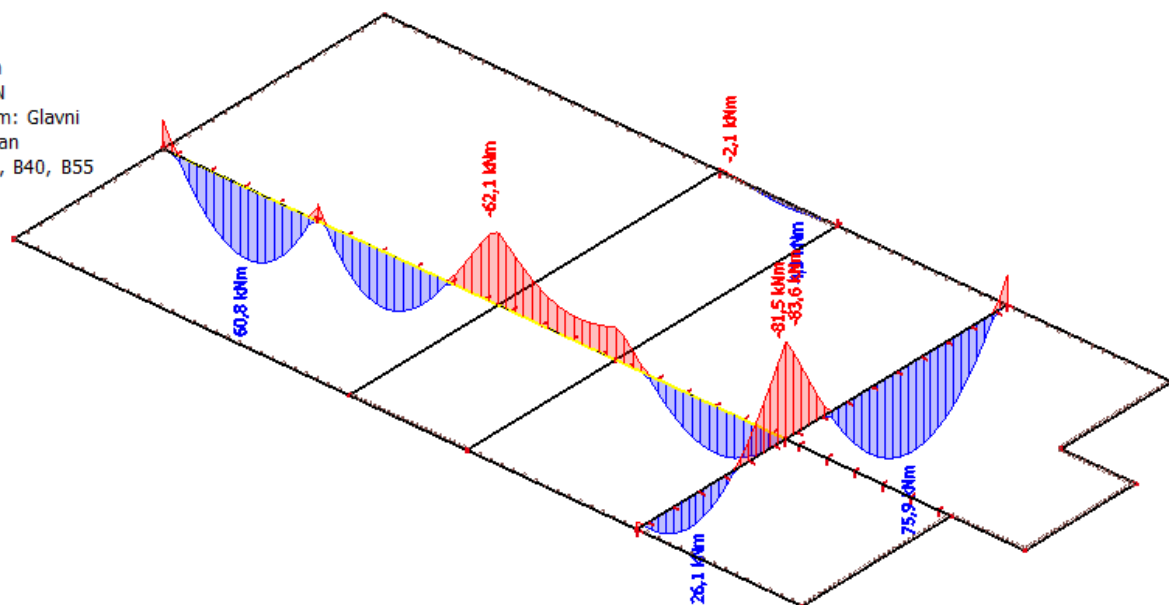
Linearni proračun

Kombinacija: GSN

Koordinatni sistem: Glavni

Ekstremni 1D: Član

Odabir: B37, B38, B40, B55



Slika 7.4 Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm) za GSN-1

**Napomena:** Preraspodjela momenta savijanja u gredama, moment u polju povećati za 30 % , a moment nad ležajem smanjiti za 15 %.

$$M_{\max, \text{polje}} = 60.8 \cdot 1.30 = 79.04 \text{ kNm}$$

$$M_{\max, \text{ležaj}} = 62.1 \cdot 0.85 = 52.78 \text{ kN}$$

$$M_{\max, \text{polje}} = 75.9 \cdot 1.30 = 98.67 \text{ kNm}$$

$$M_{\max, \text{ležaj}} = 83.6 \cdot 0.85 = 71.06 \text{ kN}$$

**1D rezne sile**

Vrijednosti: Vz

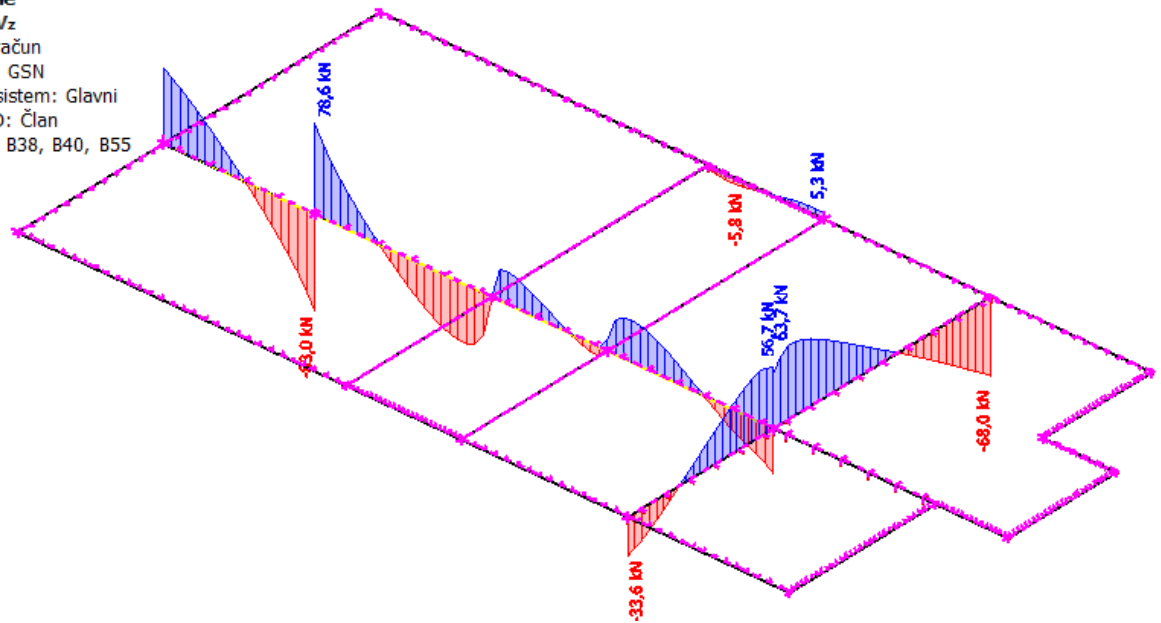
Linearni proračun

Kombinacija: GSN

Koordinatni sistem: Glavni

Ekstremni 1D: Član

Odabir: B37, B38, B40, B55



Slika 7.5 Poprečne sile  $V_{Ed,z}$  (kN) za GSN-1

Nema velikih promjena u momentnom dijagramu ni u dijagramu poprečnih sila pa se krovna greda armira isto kao i međukatne grede.



## 7.2.2 Kontrola progiba

### 1D deformacije

Vrijednosti: **U** ukupno

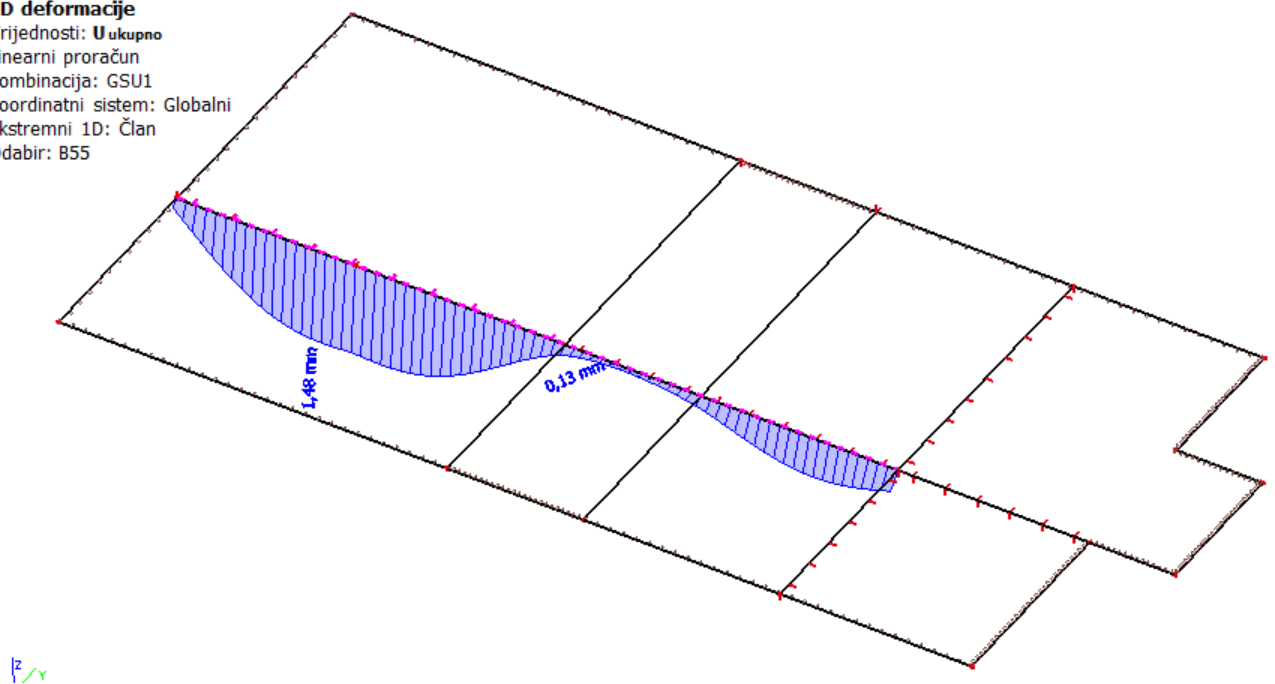
Linearni proračun

Kombinacija: GSU1

Koordinatni sistem: Globalni

Ekstremni 1D: Član

Odabir: B55



Slika 7.6 Progib grede (mm) za kombinaciju GSU-1

Najveći progib iznosa je 1,48 mm Dozvoljen progib:

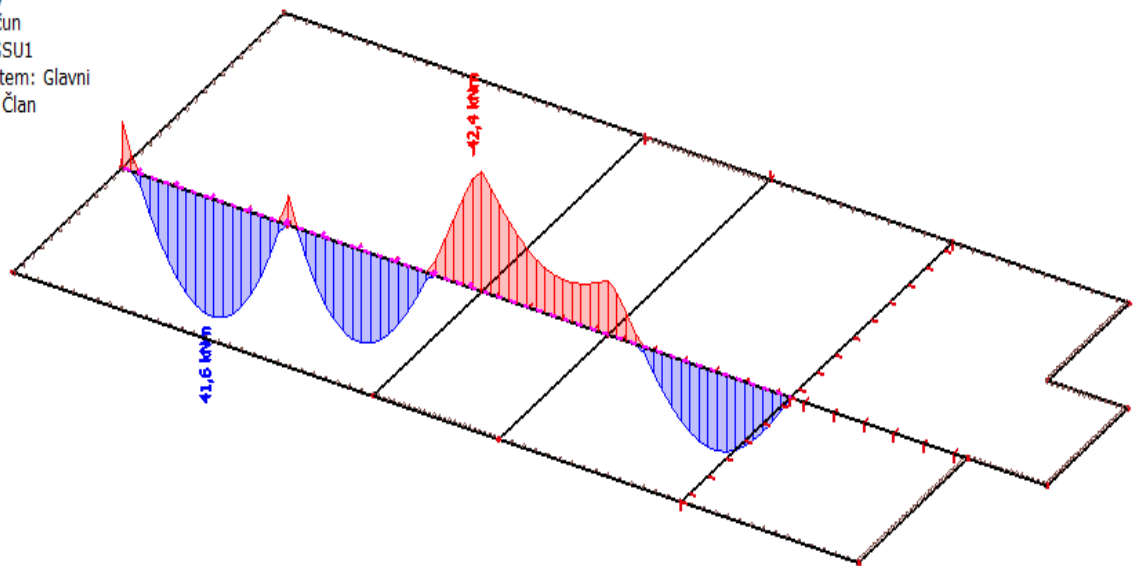
Dozvoljen progib  $L/1250 = 3900/1250 = 3,12$  mm

Krovna greda zadovoljava na progibe.

### 7.2.3. Kontrola pukotina

#### 1D rezne sile

Vrijednosti:  $M_y$   
 Linearni proračun  
 Kombinacija: GSU1  
 Koordinatni sistem: Glavni  
 Ekstremni 1D: Član  
 Odabir: B55



Slika 7.7 Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm) za GSU-1

Mjerodavni moment  $M=41,6$  kNm

Prognoza širine pukotine:

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

Vrijednost  $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$  određuje se prema izrazu:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_s} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_s} = \frac{4160}{\left(47 - \frac{6,63}{3}\right) \cdot 3,08} = 30,15 \frac{kN}{cm^2} = 301,5 MPa$$

$$x = \frac{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}} \right) = \frac{7,0 \cdot 2,26}{20} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 20 \cdot 47}{7,0 \cdot 3,08}} \right) = 6,63 cm$$

Za C 25/30  $\Rightarrow f_{ct,eff} = 2,6 MPa$

$$A_{s1} = 2\Phi 14 = 3,08 cm^2$$

$E_{cm} = 30,0 \text{ GPa} = 30000 \text{ MPa}$  – modul elastičnosti betona

$E_s = 210,0 \text{ GPa} = 210000 \text{ MPa}$  – modul elastičnosti armature

$k_t = 0,4$  – dugotrajno opterećenje

$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{210}{30} = 7,0$  – odnos modula elastičnosti

Djelotvorni koeficijent armiranja glavnom vlačnom armaturom:

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{3,08}{20(2,5 \cdot 4)} = 0,0154$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{301,5 - 0,4 \frac{2,6}{0,0255} (1 + 7,0 \cdot 0,0154)}{210000} \geq 0,6 \cdot \frac{301,5}{210000}$$

$$0,00122 \geq 0,000861$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,000861$$

Srednji razmak pukotina:

$$s_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\Phi}{\rho_{p,eff}}$$

$$\Phi = 14,0 \text{ mm}$$

C=25 mm – Zaštitni sloj uzdužne armature

$k_1 = 0,8$  – Rebrasta armatura

$k_2 = 0,5$  - Savijanje

$$k_3 = 3,4$$

$$k_4 = 0,425$$

$$s_{r,max} = 3,4 \cdot 25 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot \frac{14,0}{0,0255} = 178,33$$

Karakteristična širina pukotine:

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 178,33 \cdot 0,000861 = 0,153 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm}$$

**- Pukotine zadovoljavaju!**

## 8.PRORAČUN STUPOVA

Za stupove koji ne preuzimaju sile potresa:

-Minimalne dimenzije presjeka stupova  $b_{\min}=20$  cm.

-Horizontalni razmak vertikalne armature stupova  $\leq 40$  cm.

-Min. i max. % armature za stupove:  $A_{s,\min}=0.003 \cdot b \cdot h$ ;  $A_{s,\max}=0.040 \cdot b \cdot h$

- $A_{s,\min}=4\phi 12$

Ograničenja naprezanja u betonu Ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja:

$\sigma_c \leq 0.45 f_{ck}$  za nazovistalnu kombinaciju

$GSU2=1.0G + \Psi_2Q=1.0G + 0.3Q$

za C25/30,

$\sigma_c \leq 0.45 \cdot 25 = 11.25$  MPa

### 1D rezne sile

Vrijednosti: **N**

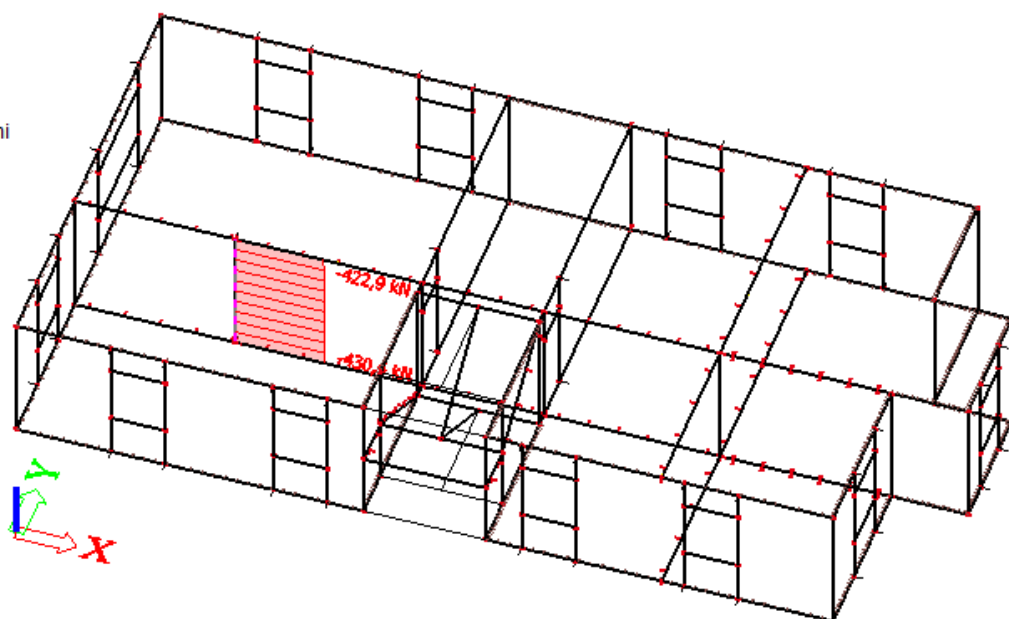
Linearni proračun

Kombinacija: GSU2

Koordinatni sistem: Glavni

Ekstremni 1D: Član

Odabir: B42



Slika 8.1 Uzdužne sile u stupovima  $N_{Ed}$  (kN) za GSU-2

**1D naprezanja**Vrijednosti:  $\sigma_x$ 

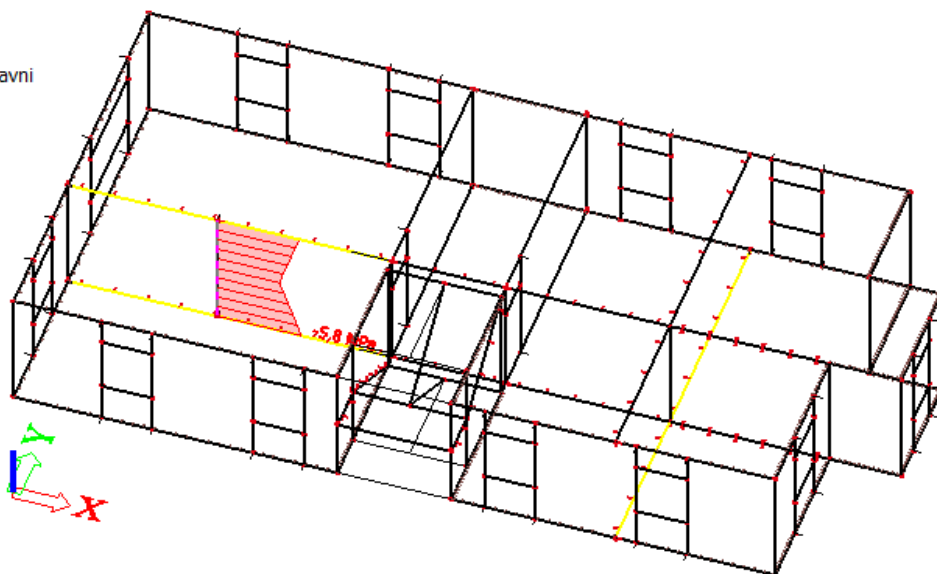
Linearni proračun

Kombinacija: GSU2

Koordinatni sistem: Glavni

Ekstremni 1D: Član

Odabir: B42



Slika 8.2 Srednje tlačno naprezanje u stupovima  $\sigma_{c,Ed}$  (MPa) za GSU-2

Beton: C25/30;  $f_{ck}=25\text{MPa}$

Kontrolira se srednje tlačno naprezanje u stupu za nazovistalnu kombinaciju:

$$\text{GSU-2} = 1.0G + \Psi_{2i} \cdot Q_i = 1.0G + 0.3Q_1$$

$$\sigma_{c,ed} \leq 0.45 f_{ck}$$

za C 25/30;

$$0.45 f_{ck} = 0.45 \cdot 25 = 11.25 \text{ MPa}$$

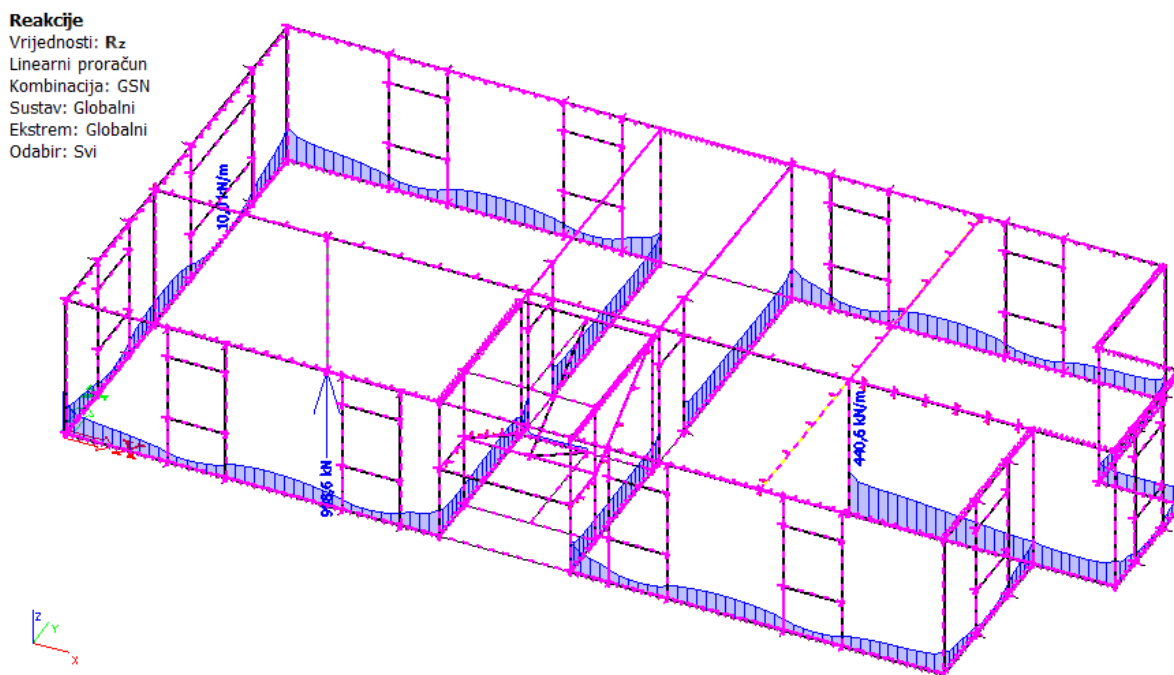
U stupu nije prekoračeno srednje tlačno naprezanje.

## 9.PRORAČUN TEMELJA

Slijede rezultati iz globalnog modela, veza zidova sa podlogom je u numeričkom modelu modelirana kao upeta. Prikazane su linijske reakcije na mjestima oslanjanja zidova na temeljne trake.

Najmanje dimenzije poprečnog presjeka betonskih temeljnih greda:  $h_{w,min} = 0.5$  m.

Najmanji omjer armiranja betonskih temeljnih greda:  $\rho_{b,min} = 0.004$ .



Slika 9.1 Linijske reakcije na mjestima oslanjanja zidova na temeljne trake [kN/m] za kombinaciju GSN-1

Odabrana je maksimalna uprosječna linijska reakcija u iznosu od 380 kN/m. Vrijednost dopuštenog kontaktnog naprezanja je 400 kN/m<sup>2</sup>.

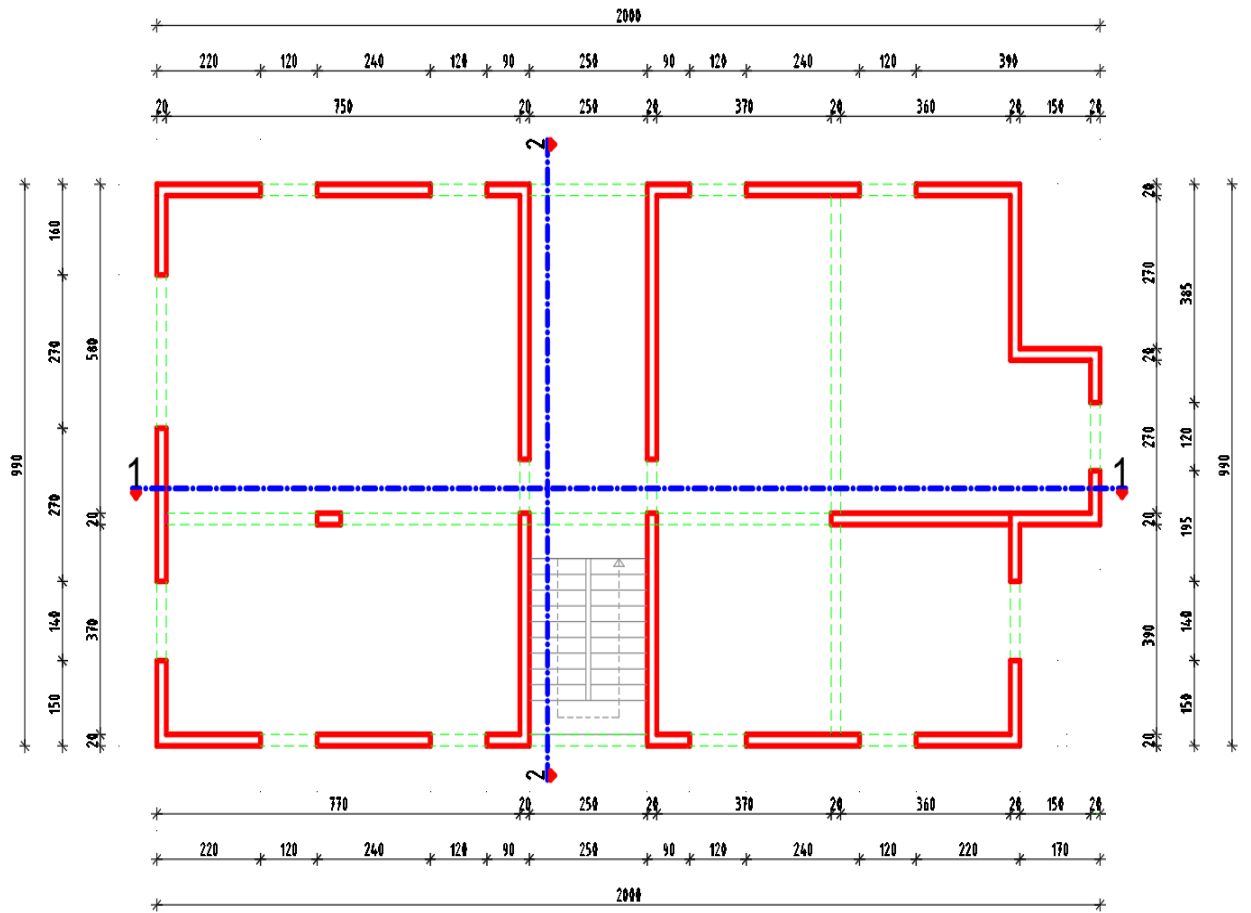
Širina temeljne trake određena je na sljedeći način:

$$b \geq \frac{380}{400} = 0.9$$

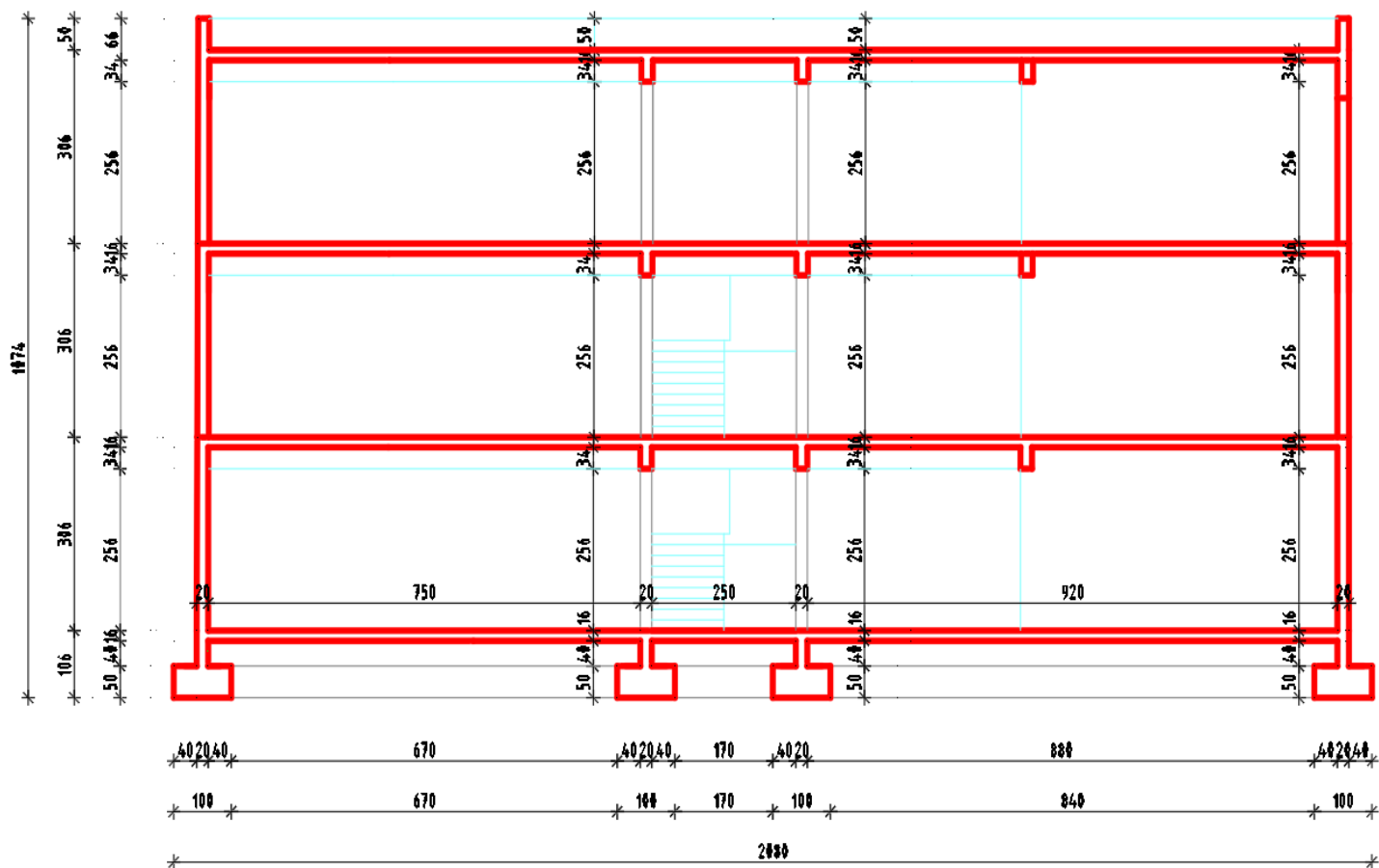
Usvoje na širina temeljne trake je 1,0 m; b/h=100/50 cm.

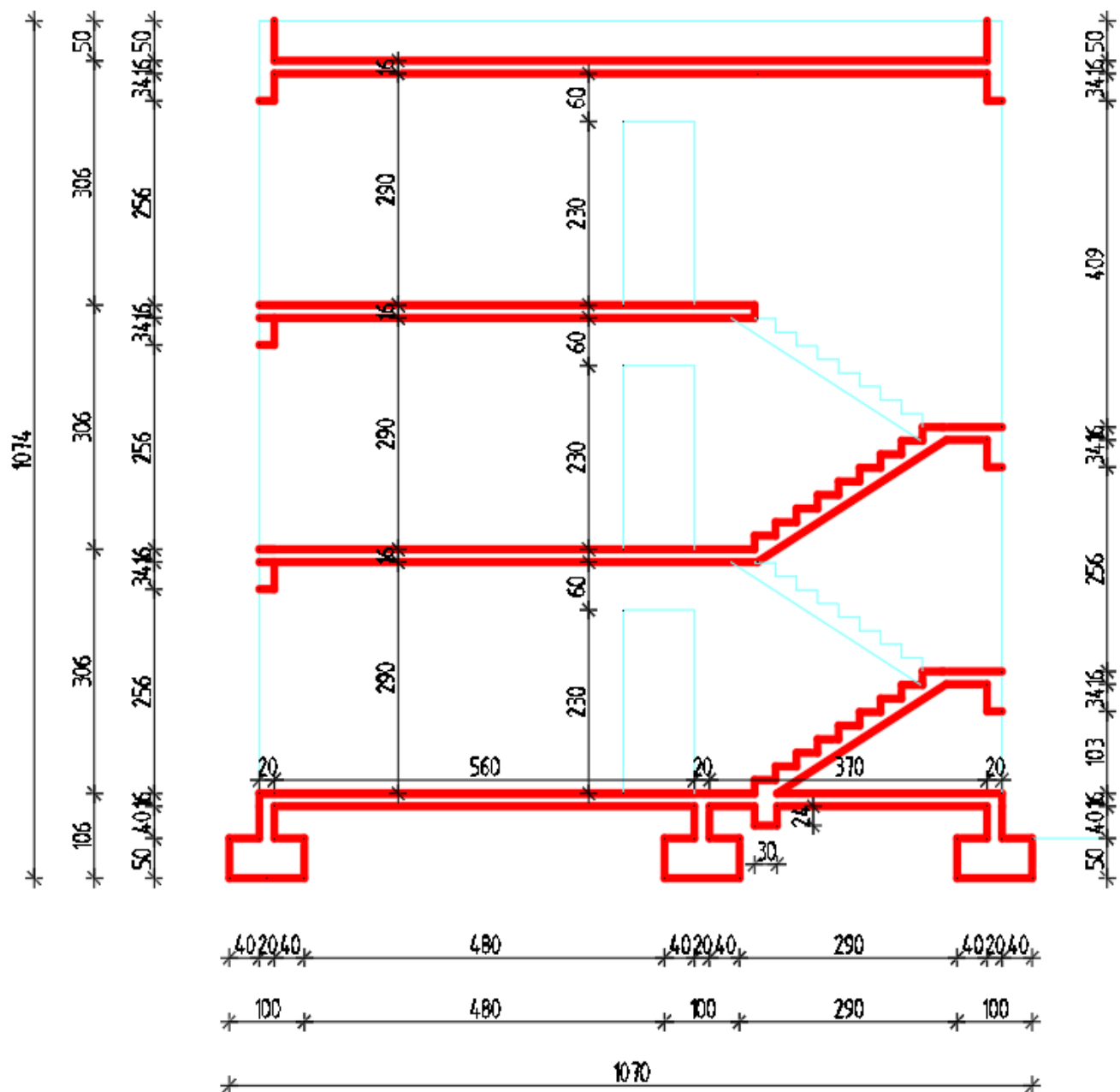
## 10. GRAFIČKI PRILOZI

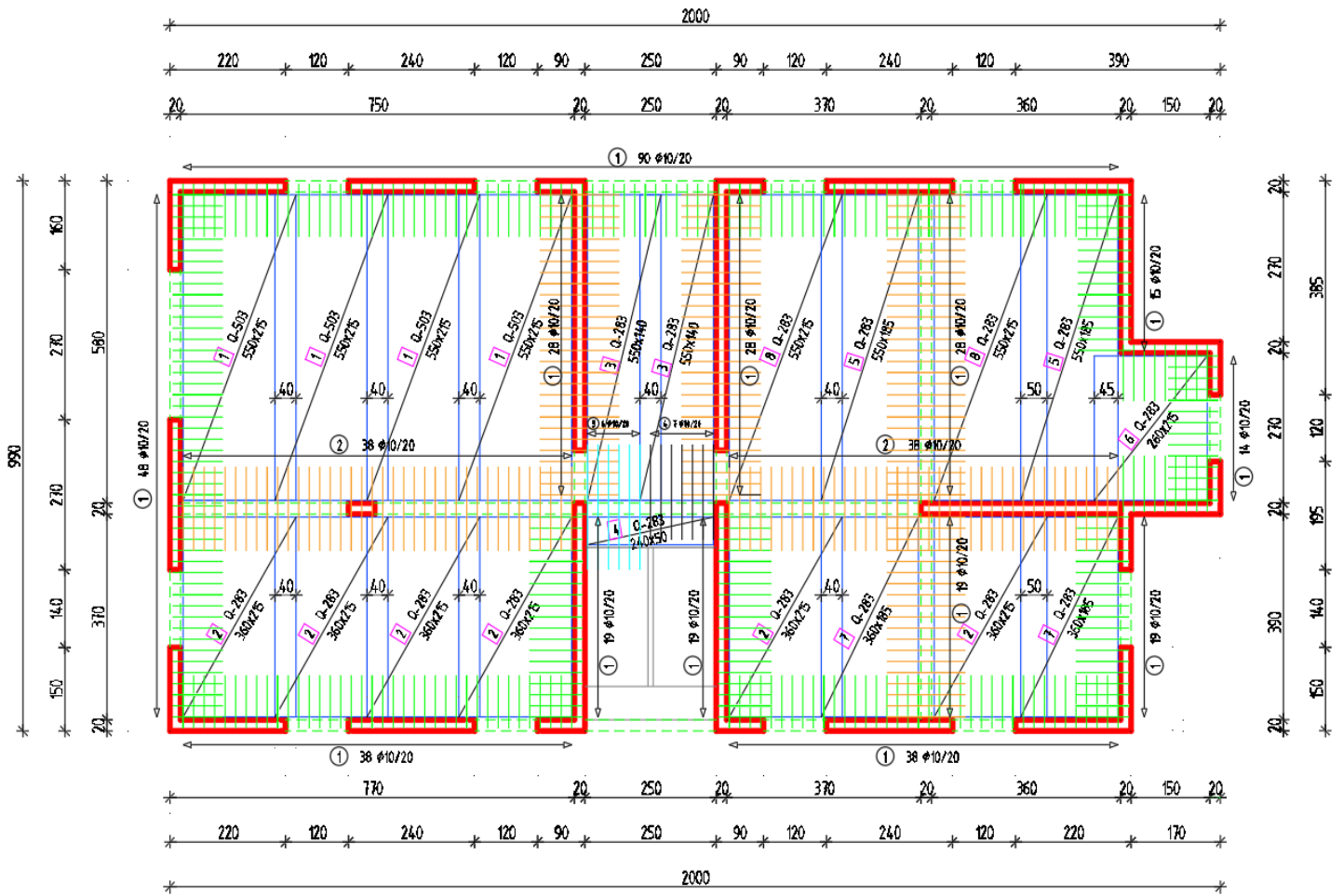
- Tlocrt karakteristične etaže	M 1:100	.....LIST 1
- Presjek 1-1	M 1:100	.....LIST 2
- Presjek 2-2	M 1:100	.....LIST 3
-Armatura međukatne ploče-donja zona	M 1:100	.....LIST 4
-Armatura međukatne ploče-gornja zona (mreže)	M 1:100	.....LIST 5
-Armatura međukatne ploče-gornja zona (šipke )	M 1:100	.....LIST 6
-Armatura krovne ploče-donja zona	M 1:100	.....LIST 7
-Armatura krovne ploče-gornja zona	M 1:100	.....LIST 8
-Armatura grede i stupa	M 1:100	.....LIST 9



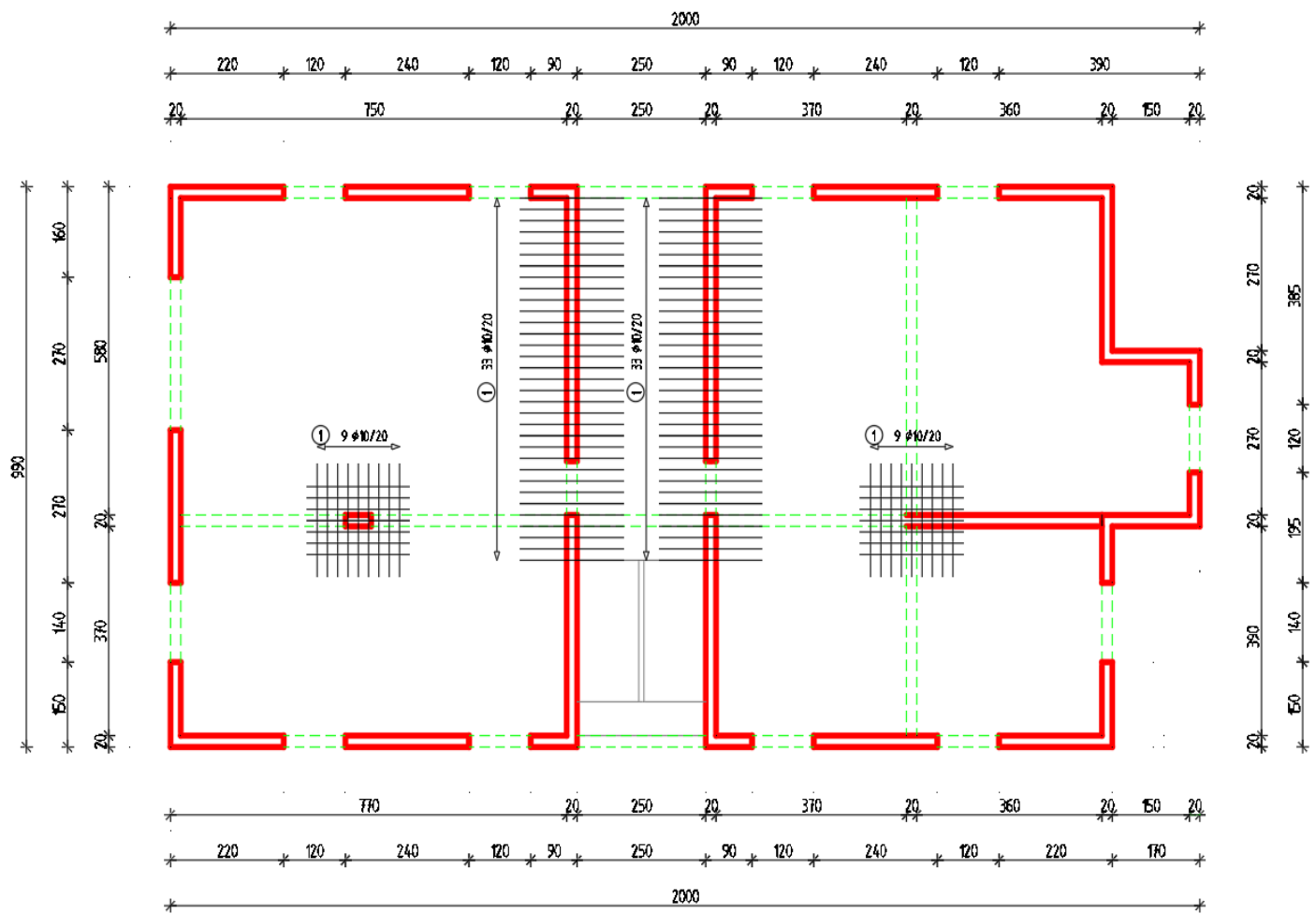


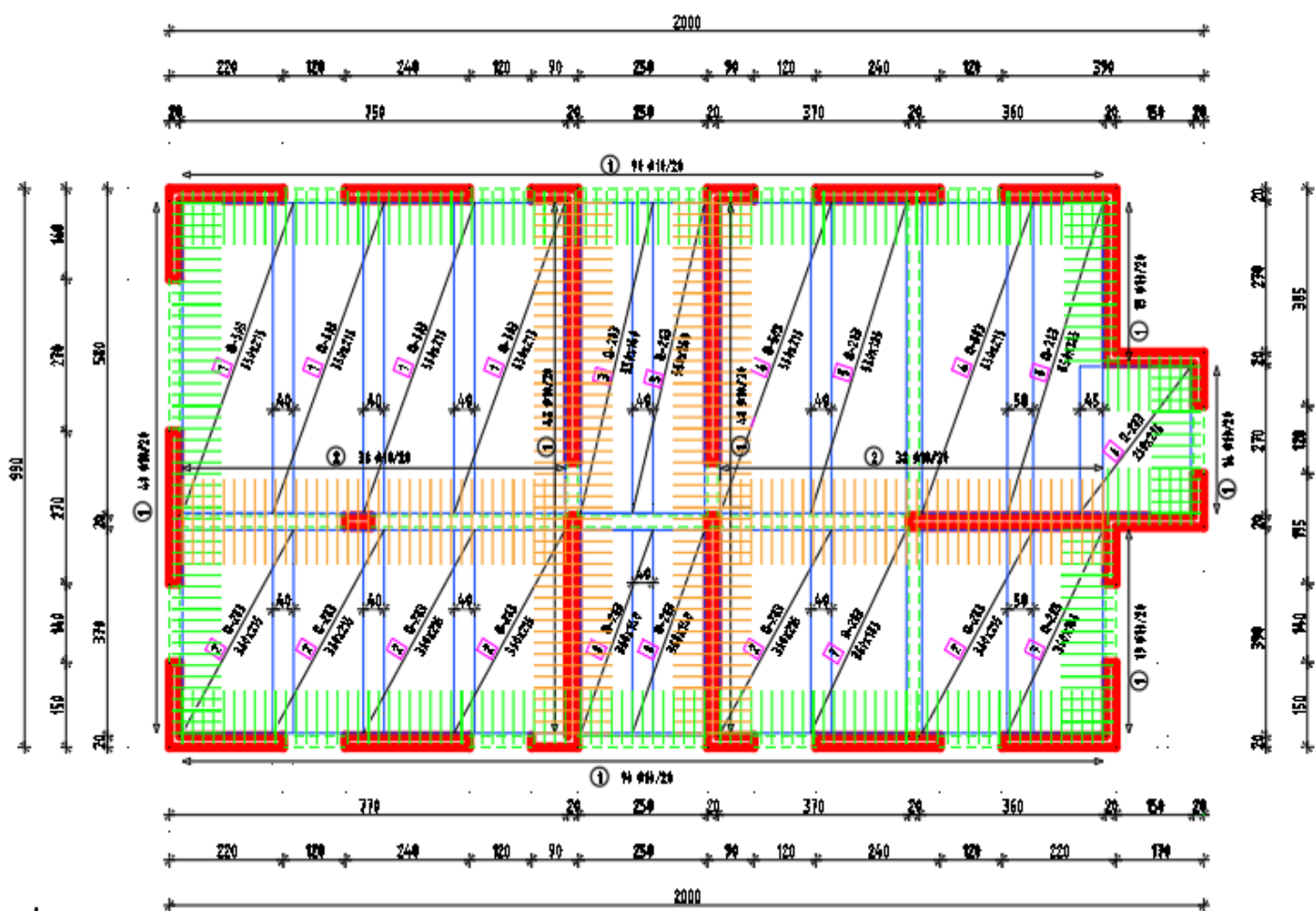


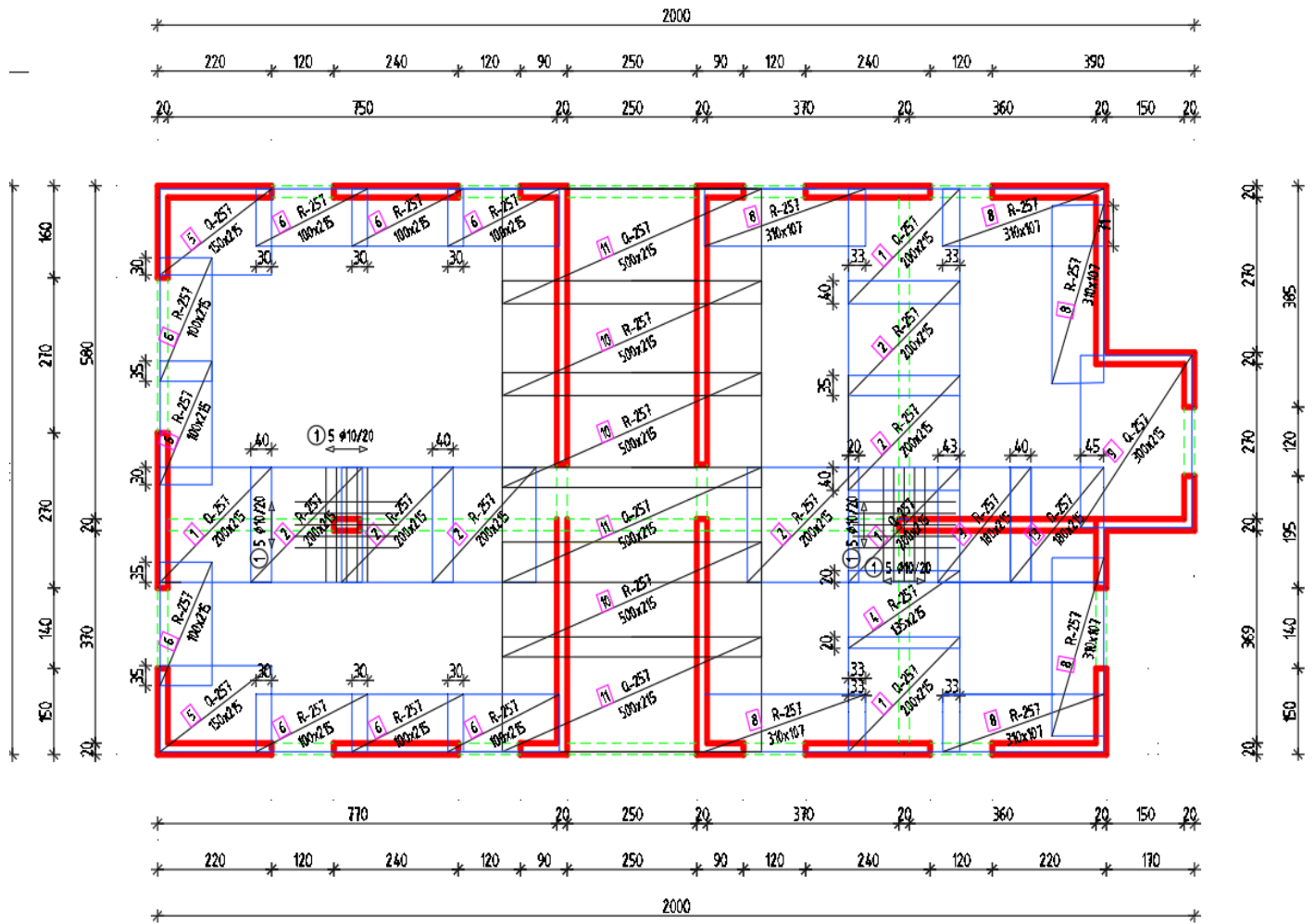


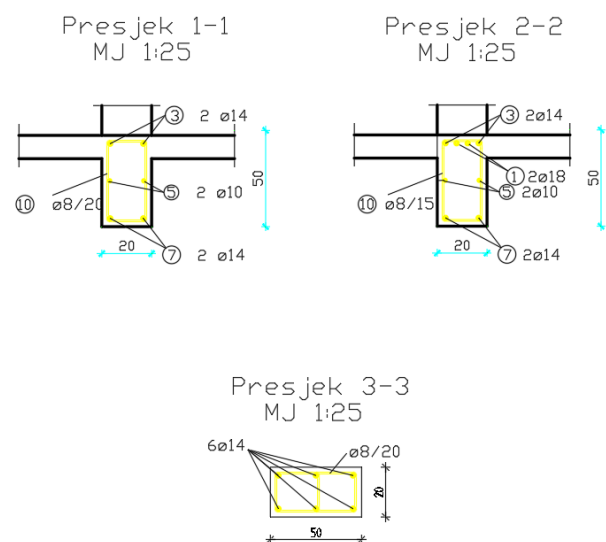














## 11. LITERATURA

Ante Mihanović, Boris Trogrlić, **Građevna statika I**, Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split 2011.

Ante Mihanović, Boris Trogrlić, Vlaho Akmadžić, **Građevna statika II**, Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split 2014.

Ivan Tomičić, **Betonske konstrukcije**, Društvo hrvatskih građevinskih konstruktora, Zagreb 1996.

